

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

"GESTIÓN INTEGRAL ESTRATÉGICA PARA LA
RECUPERACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS
AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL
RÍO CHILLÓN, 2020".

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental.

Autora:

Harumi Carolina Diaz Roque

Asesor:

MSc. Ing. Carlos Alberto Alva Huapaya
Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0983-3151>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Kelly Polo Herrera	41297911
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Ruben Allcchuamán Quichua	70195962
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Iselli Murga Gonzalez	44362724
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada en primer lugar a Dios, a mis padres, hermanas, abuela y sobrinos, a mi familia en general, por su apoyo solemne, son mi pilar primordial y mi más grande razón y motivo por la cual yo sigo luchando por mis sueños.

También quiero dedicarle mi investigación a mi mejor amigo, quien hace 5 años se convirtió en la persona más importante que tengo en mi vida y quien es el que ha estado a mi lado en todo el recorrido para llegar a ser una profesional.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme vida y salud para cumplir cada uno de mis objetivos.

Le agradezco a mis padres por educarme, por apoyarme en cada decisión que tomo y por inculcarme el valor de la perseverancia y la resiliencia para poder lograr cada meta que me propongo ayudándome a ser una gran profesional y no rendirme jamás. A mis hermanas por siempre estar conmigo apoyándome en cada decisión, a mi mejor amigo por ser mi colega, mi compañero, mi soporte y consejero en todo momento, gracias por estar a mi lado.

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Justificación	20
1.3. Marco Teórico.....	21
1.3.1. Recursos Hídricos	21
1.3.2. Agua Superficial	22
1.3.3. Uso de agua.....	22
1.3.4. Calidad de agua.....	22
1.3.5. Contaminación de agua.....	22
1.3.6. Cuenca Hidrográfica	23
1.3.7. Oferta hídrica	23
1.3.8. Demanda hídrica	23
1.3.9. Gestión ambiental	24
1.3.10 Manejo de cuenca	24
1.3.11 Cambio climático	24
1.3.12 Impacto Ambiental.....	25
1.3.13 Gestión integral de Recursos Hídricos.....	25
1.4 Marco legal	25
1.5 Formulación de problema	26
1.6 Objetivos	27
1.6.1 Objetivo general.....	27
1.6.2 Objetivos específicos	27
1.7 Hipótesis	27
1.7.1 Hipótesis general.....	27
1.7.2 Hipótesis específicas.....	28
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	29
2.1. Tipo de investigación.....	29
2.2. Población y muestra.....	29
2.2.1. Población	29
2.2.2. Muestra	29
2.2.3. Información de la cuenca	29
2.2.4. Estaciones de Monitoreo.....	36

2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	40
2.3.1.	Técnicas e instrumentos.....	40
2.3.2.	Procedimiento de recolección de datos.....	40
2.3.3.	Análisis de datos	41
2.3.4.	Formulación de estrategias para la gestión integral de recursos hídricos	44
2.4	Aspectos éticos	45
CAPÍTULO III. RESULTADOS		46
3.1	Situación actual de la calidad de las aguas superficiales de la cuenca del Río Chillón	46
3.2	Fuentes contaminantes.....	66
3.3	Relación del marco normativo de recursos hídricos y las competencias institucionales en calidad de agua.....	67
3.4	Propuesta de estrategias para la gestión integral de la cuenca	73
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		83
4.1	Discusión	83
4.2	Conclusiones.....	95
BIBLIOGRAFÍA.....		98
ANEXOS.....		103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	34
Tabla 2.....	36
Tabla 3.....	43
Tabla 4.....	47
Tabla 5.....	50
Tabla 6.....	51
Tabla 7.....	54
Tabla 8.....	63
Tabla 9.....	68
Tabla 10.....	89
Tabla 11.....	93
Tabla 12.....	103
Tabla 13.....	105
Tabla 14.....	106
Tabla 15.....	114
Tabla 16.....	117
Tabla 17.....	125
Tabla 18.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Ubicación de la cuenca del río Chillón.....	31
Figura 2 Mapa de provincias dentro de la cuenca del río Chillón	33
Figura 3 Mapa de puntos de monitoreo de la cuenca del río Chillón	39
Figura 4 Parámetro excedente de coliformes termotolerantes	53
Figura 5 Parámetro excedente de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).	56
Figura 6 Parámetro excedente de Demanda Química de Oxígeno (DQO).	57
Figura 7 Parámetro excedente de sulfatos	57
Figura 8 Parámetro excedente de fosfatos.	58
Figura 9 Parámetro excedente de Cobre total.....	59
Figura 10 Parámetro excedente de Hierro total	59
Figura 11 Parámetro excedente de Níquel total.....	60
Figura 12 Parámetro excedente de Aceites y Grasas	61
Figura 13 Parámetro de Coliformes Termotolerantes.....	62
Figura 14 Mapa donde se muestran los puntos que exceden el ECA agua	65
Figura 15 Tipos de fuente de contaminación en la Cuenca del Río Chillón.....	66
Figura 16 Mapa de fuentes contaminantes de la cuenca del río Chillón.....	129
Figura 17 Mapa de Red Hidrográfica de la cuenca del río Chillón.	129
Figura 18 Mapa de Pasivos Ambientales Mineros de la cuenca del río Chillón.....	129
Figura 19 Situación Actual de la Cuenca del Chillón en zona Chaperito – Carabayllo	129
Figura 20 Situación Actual de la Cuenca del Chillón en zona Tambo Río– Comas.	129
Figura 21 Situación Actual de la Cuenca del Chillón en zona Puente FOVIMAR– Los Olivos- 2022.....	129
Figura 22 Situación Actual de la Cuenca del Chillón en zona Puente El Sol– San Martín de Porres. 2022 .	129
Figura 23 Calidad de agua de los puntos de monitoreo según el resultado del ICA.....	129
Figura 24 Cálculo del Índice de Calidad de Agua Cat – 1 A2.....	129
Figura 25 Cálculo del Índice de Calidad de Agua Cat – 1 A2. Continuación	129
Figura 26 Cálculo del Índice de Calidad de Agua Cat – 3.....	129

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha elaborado con el fin de plantear una propuesta de gestión integral estratégica para la recuperación de la calidad de las aguas superficiales de la cuenca del río Chillón, la cual ha presentado problemáticas, debido a su deficiente manejo y control por parte de las autoridades competentes con respecto al abastecimiento que realiza la población, generando un aprovechamiento desmesurado del recurso hídrico. Debido a esto, se recopiló información sobre la cuenca, se realizó un análisis para determinar en qué estado se encuentra la cuenca a partir del cálculo del índice de calidad ambiental y del monitoreo llevado a cabo por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), mediante una revisión sistemática, donde se evidenció un grado alto de contaminación en la parte baja de la cuenca. Por último se plantearon las estrategias que conforman una gestión integral aplicada para el mejoramiento de la calidad de aguas superficial de la cuenca del río Chillón cumpliendo con la normativa vigente como el Plan Nacional de Recursos Hídricos y la Ley General de Residuos Sólidos, con el fin de tener un enfoque de conservación y recuperación de la cuenca, aplicando, la población, un correcto aprovechamiento del agua y así alcanzar un desarrollo sostenible.

Palabras clave: Cuenca del río Chillón, Gestión integral, Calidad de agua, Recursos hídricos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El agua es el elemento más abundante del planeta, considerado un recurso fundamental para la vida, debido a que, sin él, la humanidad no podría desarrollarse. A nivel mundial, este componente se ha visto afectado con el pasar de los años de manera significativa, por diversas razones, siendo la intervención antropogénica el mayor causante. Son el crecimiento poblacional en gran magnitud, como también las actividades socioeconómicas las que conllevan a que el recurso hídrico se deteriore, el uso inadecuado sucede por el motivo de que el agua es utilizada para diferentes usos como regadío, consumo humano, bebida de animales y para actividades recreativas o industriales, llegando a verter el agua residual sin tratamiento alguno o tratamiento deficiente al cuerpo receptor directamente, generando que la calidad se pierda y la capacidad de regeneración del agua disminuya. Según la FAO (2019), el agua es el componente esencial y vital de los ecosistemas, de los que depende nuestra seguridad alimenticia a medida del paso de los años, siendo de esta manera un reto para el desarrollo sostenible. Debido a la inadecuada gestión del recurso hídrico; se presenta un problema de gran consideración, siendo el ineficiente control sobre el uso del agua, los cuales generan una demanda hídrica que sobrepasa la capacidad del cuerpo, como también los efluentes industriales o domésticos que se vierten al cuerpo superficial los que originan un déficit en la calidad del recurso, siendo posibles causantes de la pérdida de biodiversidad, generadores de enfermedades a la población (Arango, 2013).

Respecto a la cuenca del río Chillón, este ha venido mostrando el deterioro de su calidad de aguas superficiales a medida que las actividades socioeconómicas que se desarrollan dentro de su ámbito han incrementado. Siendo el crecimiento poblacional y el sector industrial, las causas principales de su contaminación. Este escenario ha sido potencial a que se genere mayor cantidad de residuos sólidos y mayor vertimiento de aguas residuales hasta la actualidad; reflejándose con mayor énfasis en la cuenca baja del río Chillón, donde el resultado de los monitoreos participativos en distintos años realizados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), han arrojado un resultado alto de contaminación en parámetros microbiológicos, logrando demostrar que esta alteración también se presenta de esa manera; debido a la ausencia de control, manejo y gestión integral de la cuenca tanto municipal y regional en el aspecto de la correcta disposición de residuos sólidos y tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales. Resultando estos excedentes ser un peligro al ecosistema terrestre y acuático como también causante del daño a la salud para la población por ingesta, ya que, este recurso hídrico superficial es requerido por los habitantes que se encuentran a lo largo de la extensión de la cuenca del río Chillón, teniendo uso tanto para el consumo humano propio, como de la misma manera que va direccionado para el regadío de áreas verdes y bebida para animales.

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Englobando con la investigación sobre la gestión integral de recursos hídricos, tenemos a nivel internacional la investigación de Vega (2011), en donde plantea con su estudio, proponer un mejor manejo de los recursos hídricos en la microcuenca del Río Botello en Colombia, con el fin de contribuir con acciones de gestión eficientes para futuros mandatos, recuperando así la calidad del cuerpo receptor; y como resultado se obtuvo que la oferta hídrica de la microcuenca es mayor que la demanda

en los meses de marzo a mayo y de octubre a diciembre; sin embargo, el caudal ofertado en los meses de julio a septiembre y febrero se encuentra debajo de la demanda hídrica por lo que se encuentra periodo seco, afectando también a la calidad el hecho de someter constantemente el recurso a una sobreexplotación antropogénica, por ello el autor plantea una gestión integral del agua, el cual dentro de esta se encuentran diversas estrategias para lograr mejorar la calidad mediante un manejo del agua con equidad en la zona, realizando monitoreos temporales, introducción de información a la población, una respectiva zonificación, manteniendo un desarrollo sostenible.

En Cuba encontramos a García (2014), quien propuso una gestión ambiental en la cuenca del Río Naranjo con el fin de establecer y mantener un desarrollo sostenible de la calidad de agua superficial del cuerpo hídrico, permitiendo una reducción de los impactos negativos presentados, logrando tener como resultados la identificación de las fuentes contaminantes del río como la degradación de suelo, deforestación, contaminación del aire, entre otros. Por lo cual, García planteó un conjunto de estrategias para mitigar los problemas ambientales existentes a lo largo de la cuenca del Río Naranjo incluyendo el involucramiento de los actores sociales quienes aportan contaminación al cuerpo superficial. La calidad de agua que presenta el Río es de gran importancia, debido a que, contribuye al eficiente desarrollo de las actividades socioeconómicas, por ende, su gestión y su uso debe ser controlado, manejado y supervisado adecuadamente, debido a que, si se deteriora este recurso, no solo impactará al ecosistema, sino que también impactará el aspecto económico.

En Ecuador, Mena (2013), llevo a cabo un estudio llamado “Propuesta de recuperación para el Estero Valencia”, el cual consistía en recuperar mediante la propuesta la calidad de las aguas del Estero con el fin de someterlas e integrarlas a un

desarrollo social con la población. Lo cual, se emplearon diversas metodologías cualitativas y cuantitativas para poder elaborar un diagnóstico del estado actual de la calidad del cuerpo hídrico, llegando al resultado de que, a partir de los datos arrojados en los análisis, se elaboró un Plan de Manejo para la recuperación de la calidad de agua del Estero, el cual incluía cuatro programas a cumplir por parte de los involucrados para así lograr el objetivo propuesto de mejorar la imagen y calidad del cauce así como también los elementos bióticos y paisajísticos.

América Latina goza satisfactoriamente de abastecimiento de agua, sin embargo, con respecto al tratamiento de los efluentes tiene un atraso descomunal, debido a que en gran parte la población de este continente es considerada urbana, por ende, la generación de aguas residuales se presentan en una cantidad magnificada, de manera que los cuerpos receptores donde se vierten los efluentes son afectados causando así un deterioro (AFD, 2018).

En Barranquilla Colombia, se evidenció el estudio de Arteta, Moreno & Steffaniell (2015) el cual se basó en la aplicación de una gestión ambiental en la cuenca del Río Magdalena con el objetivo de analizar el estado actual de la teoría con la práctica de la gestión ambiental en campo, con respecto a las características e importancia del agua en las cuencas hidrográficas, lo cual se llegó al resultado que la cuenca del río Magdalena presenta un deterioro ambiental por ello se planteó que se debe proponer posibles soluciones para disminuir los impactos negativos ambientales que se presentan en la cuenca del Río Magdalena para que la recuperación de la calidad de agua sea más efectiva, contribuyendo a la conservación y preservación del cuerpo hídrico, así como también planteó el poder inculcar a la población sobre el cuidado de la cuenca mediante concientización y educación ambiental. La gestión ambiental del cuerpo superficial, debe comenzar tomando como enfoque a la sociedad, debido a que

ellos son los principales causantes del deterioro de la calidad de agua, por ello, la educación ambiental sería un indicador primordial para poder reflejar la reducción del impacto negativo en la calidad de agua.

A su vez, tenemos a García, Carvajal & Jiménez (2007), los cuales presentaron un estudio llamado “La gestión de recursos hídricos en un escenario de escasez hídrica como consecuencia del cambio climático” con el fin de informar la influencia del cambio climático y la variabilidad climática. Este cambio climático se presenta con gran incidencia mediante diversos eventos de cambios de temperatura o precipitación como también la generación de contaminantes como sedimentos alterando así el ciclo hidrológico; este fenómeno causa una obligada adaptación por parte del ser humano debido a que influye en el aspecto social y aporte económico llegando así a proponer un plan de gestión de los recursos hídricos con políticas, procedimientos, técnicas y medidas de adaptación los cuales ayudarán al manejo sostenible de los recursos naturales junto a la disminución de la vulnerabilidad y susceptibilidad de la sociedad ante este fenómeno, colaborando estos en mediano plazo a una mejora del uso de los recursos hídricos de manera consciente.

Por otro lado, Fuster (2013) presentó una investigación en Chile sobre el estado de la gestión integrada de los recursos hídricos, enfocándose en la cuenca del Río Limari, con el objetivo de examinar la gestión del agua según la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) dividiendo el estudio en 3 aspectos relacionados a lo social y ambiental. La zona de evaluación se considera zona agrícola, presentando una problemática de uso de agua, siendo dividida a que una parte de la población tiene accesibilidad al recurso de agua y un pequeño porcentaje no, por ende los aspectos fueron: La equidad en el acceso de agua para riego, teniendo vínculo directo con los agricultores; la participación en la gestión de recursos hídricos en el modelo de

mercado de agua, esto quiere decir; el empleo de metodologías cuantitativas y cualitativas entre la población con respecto al involucramiento con la gestión del agua; siendo el último aspecto la dimensión ambiental en la gestión del agua, entendiéndose este como la aplicación de entrevistas de la población para una estimación. Lo cual, obtuvo el resultado que el aspecto ambiental es directamente relacionado con la contaminación, sin tener en consideración el agotamiento o continuidad del recurso hídrico, por ello el autor plantea que se debe optimizar la distribución de información para una mejora en la gestión, y este sea asequible a los actores de la zona, generando una ampliación con respecto a la gestión integral de recursos hídricos cerrando la brecha en la población.

Si bien es cierto, el recurso hídrico es muy importante para el desarrollo del ser humano, debido a que se utiliza para diversos enfoques, sin embargo, se evidencian problemáticas por la falta de información a las diversas poblaciones, las cuales por esta escasez de información producen un inadecuado manejo del recurso, alterando la oferta hídrica del cuerpo de agua superficial.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

A nivel nacional , encontramos a Manco & Paucar (2015), los cuales realizaron un estudio en la cuenca hidrográfica de Santa Eulalia con el fin de conocer el uso y aprovechamiento del recurso hídrico dividiéndose en 3 etapas y empleando metodologías como agrupamiento de información, análisis y caracterización de la zona mediante entrevistas, vinculación de entidades nacionales y procesamiento de los datos obtenidos se llegó al resultado de que la unidad hidrográfica de Santa Eulalia presenta un déficit hídrico en los últimos seis meses de cada año, siendo la cuenca media y alta las más afectadas, debido a los incumplimientos de las normativas vigentes que existen

a lo largo de su extensión y a los fenómenos climatológicos que se presentan en la zona.

Por otra parte, se ve a Barrientos (2011), con su estudio llamado “ Modelo de gestión integrada de recursos hídricos de las cuencas del Río Tambo y Moquegua” el cual se basó en elaborar y desarrollar una gestión integral de recursos hídricos (GIRH) para tales cuencas, rigiéndose en 4 capítulos siendo factores institucionales, normativos y geofísico, mediante entrevistas, diagnóstico de la zona, y una revisión profundizada de estudios y documentos anteriores relevantes al tema de investigación, teniendo como resultado el ineficiente manejo sectorial del recurso, incluyendo su baja calidad de agua superficial en las cuencas, ante ello, propuso la implementación de una visión estratégica como proyectos de inversión, una mejor coordinación de la autoridad competente y el empleo de herramientas, técnicas de manejo del agua y su desarrollo dentro de la gestión integral de recursos hídricos.

A su vez, encontramos a Ricce & Robles (2014), quienes en su estudio de “Evaluación de recursos hídricos superficiales y estrategias de gestión sostenible en la microcuenca Río Negro- Satipo” señalaron que la zona presenta una problemática de aumento de demanda de agua, debido a las actividades antropogénicas y crecimiento demográfico en la zona, por ello el objetivo de la investigación fue realizar un reconocimiento del área, debido a su brecha, para poder plantear y emplear la gestión integral de recursos hídricos, logrando obtener resultados estadísticos dentro de lo normal con respecto a las normativas vigentes, regulando así la oferta y demanda hídrica, se planteó también en corto y mediano plazo promover la cultura del agua, generar y cultivar conocimientos, conservando finalmente los ecosistemas de los recursos hídricos.

La cultura del agua es el grupo de métodos y herramientas para poder lograr una satisfacción de las necesidades relacionadas con el agua, esto incluye las actividades que se realizan en el agua, actividades que requieran el uso de este recurso y actividades por el agua para ayudar a resolver necesidades. Empleándose estos métodos generando como principio una relación entre el hombre y la naturaleza, formando así creencia ambiental junto a una serie de valores, acciones, aplicación de medios tecnológicos para brindar información, logrando obtener un programa de buenas prácticas, resolviendo de manera colectiva conflictos generados por el agua (ANA, 2017).

Esto quiere decir que, la educación ambiental sobre el cuidado del agua en los últimos años, se debe aplicar con gran énfasis e incidencia, debido a que es un recurso que se está viendo deteriorado por falta de reconocimiento.

Por otra parte, podemos ver a Vilca (2017), que llevo a cabo un estudio llamado “La gestión del agua de riego en la cuenca del Río Cabanillas”, con el fin de encontrar una relación de la gestión que se realiza en la zona respecto a la gestión que se encuentra planteado en el documento de la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (PENRH) , teniendo como metodologías el reconocimiento de la zona y el empleo de entrevistas a las autoridades se llegó al resultado de que la gestión existente en la zona, no presenta ningún ajuste o ningún indicio similar al documento de PENRH, debido a que la población solo se enfoca en la distribución del agua, ignorando su oferta y su eficiencia de esta cuenca en Juliaca, por ello Vilca (2017) planteó la creación de un Consejo de Cuenca para la zona, por la razón de que la población de la cuenca no cuentan con aquello, para poder mejorar la calidad y recuperación de la cuenca, debido a que la gestión empleada en el área evaluada es considerada errónea e ineficiente.

El agua tiene un valor sociocultural, económico y ambiental, por lo que su uso debe regirse a partir de una gestión integrada alcanzado el equilibrio entre tales factores, debido a que es una necesidad nacional, el cuidado de este recurso adquiere gran importancia para el desarrollo de la vida humana (ANA,2012).

Si bien es cierto en Perú se han adaptado estrategias y técnicas para una buena gestión del agua desde hace unos años atrás aplicándolas en diversas cuencas hidrográficas como “Política y estrategia nacional de recursos hídricos”, “Gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca y cultura del agua”, “Gestión de la calidad de recursos hídricos en el Perú” o “Estrategia nacional para el mejoramiento de la calidad de recursos hídricos” (ANA, 2019). Sin embargo, se presencia una problemática por parte de la escasa información de la sociedad y por parte de los municipios que siguen empleando gestiones antiguas sin ninguna modificación o actualización, por ende, este suceso se presenta debido a la inadecuada e ineficiente gestión a nivel nacional de los recursos hídricos, por afluencias, ya sean naturales o antropogénicas, cabe resaltar que las actividades realizadas por las industrias y por la población son las mayores causantes de este deterioro de la calidad hídrica, debido a que no hay un control adecuado por gobiernos o autoridades nacionales.

Esta situación actual tiene gran incidencia en nuestro país debido a la falta de estudios realizados sobre el estado actual en los recursos hídricos, para su posible recuperación y una mejor distribución, en el caso de la cuenca del Río Chillón, se ve afectada su calidad de agua debido a sus fuentes contaminantes a lo largo de todo su recorrido; como el crecimiento demográfico en cantidad elevada, las acciones humanas realizadas sin vigilancia, sin control, sin educación, sin manejo y sin una gestión integral por parte de las autoridades sobre las poblaciones que se abastecen de este cuerpo hídrico (ANA, 2016).

Por la razón del incumplimiento de la gestión de recursos hídricos planteada en el Perú por parte de los gobiernos y poblaciones, las consecuencias que se generan; son el deterioro de la calidad del agua, la pérdida de la biodiversidad, ya sea marina como terrestre, el déficit de calidad de vida de las personas, generando así enfermedades gastrointestinales, un aumento de demanda hídrica excediendo el valor ofertante de la cuenca, presenciando una disminución en capacidad, esto quiere decir, escasez de recurso para abastecimiento poblacional, el colapso de las plantas de tratamiento, también podemos apreciar la alteración de la producción agrícola generando una disminución económica, debido a que el agua de la cuenca del Río Chillón es direccionada a uso poblacional, ya sea, para consumo humano, para bebidas de animales o para regadío; como también, para uso industrial, las actividades socioeconómicas también se ven afectadas, siendo ellos los principales actores del incumplimiento de la gestión integral de recursos hídricos (Defensoría del Pueblo, 2015).

La falta de interés por parte de las autoridades nacionales o regionales para el cuidado, mantenimiento, control, prevención y recuperación de la calidad de agua de la cuenca del Río Chillón ha generado que este cuerpo hídrico superficial presente un incremento significativo de contaminantes, creando focos infecciosos a lo largo de su extensión, arrojando parámetros que exceden los niveles permitidos según las normativas vigentes tanto para consumo humano y para vertimientos industriales; incluyendo la afluencia que tiene la población contra esta cuenca debido a la falta de educación ambiental. Estas acciones en conjunto han causado también una disminución de autorregulación y un índice bajo de disponibilidad de agua superficial en el Río Chillón (ANA, 2016).

1.2. Justificación

En la actualidad la población no mantiene un adecuado control sobre el desarrollo de sus actividades que incluyan el uso de los recursos hídricos, considerando que estas acciones son fuentes contaminantes que alteran la calidad del agua superficial de manera significativa. En la cuenca del Río Chillón, se tomará enfoque a la propuesta de gestión integral estratégica para la calidad de agua del cuerpo superficial, ya que, a lo largo de su recorrido presenta casos de contaminación de sus aguas superficiales alterando la calidad de su oferta hídrica.

Esta cuenca hidrográfica, como las otras cuencas pertenecientes a Perú, no está exenta de estos casos de contaminación de agua, puesto que, se desarrollan actividades socioeconómicas que repercuten en sus aguas por los vertimientos generados. A su vez, estas aguas superficiales son usadas por las poblaciones aledañas para poder satisfacer sus necesidades básicas, como para el consumo propio o para bebida de sus animales, no obstante, no toman en cuenta el impacto ambiental a generar al momento de tomar las aguas superficiales del río para el desarrollo de sus actividades.

Por tal situación, la motivación del presente trabajo se basa en plantear la solución para la problemática presentada, la cual trata de, cómo mejoraría la calidad de aguas superficiales de la cuenca del río Chillón con la implementación de un plan de gestión integral, el cual dará una noción de iniciativas, instrumentos, métodos y estrategias a emplear para poder establecer un agua superficial de calidad adecuada que pueda ser usada por las poblaciones que habitan en las riberas del río y también por el sector industrial, con el fin de que estos actores cumplan a su vez con los requisitos y condiciones necesarios para poder preservar, proteger, y mantener un correcto manejo de este recurso hídrico, logrando desarrollar una sostenibilidad del agua.

La propuesta del plan de gestión integral para la cuenca del río Chillón es un punto clave para el inicio del desarrollo de actividades socioeconómicas y poblacionales concretas que ayuden a disminuir, mitigar, manejar y controlar la calidad del cuerpo hídrico superficial a lo largo de la cuenca, logrando de esta forma la prevalencia del río con sus características propias aceptables para seguir cumpliendo con las actividades que se desarrollan en toda su extensión y que estas condiciones de la cuenca del Río Chillón, no se vean afectadas por las empresas ni por los pobladores.

Se decidió trabajar este tema y esta propuesta de investigación por la razón que aportará las ideas, iniciativas, herramientas y metodologías necesarias para comenzar con una gestión integral apta de la cuenca del río Chillón basándonos en la calidad de sus aguas superficiales, tomando en cuenta que la presente información muestra la realidad problemática actual que se manifiesta en la cuenca incluyendo también que contribuirá con estrategias para mejorar la gestión y manejo de la misma con actividades estructuradas y no estructurales para la mejora de la calidad del agua superficial. La información que se obtenga del presente estudio beneficia a otras investigaciones que busquen aplicar una propuesta de plan de gestión para las distintas cuencas hidrográficas del Perú, por la razón que en nuestro país se tienen problemáticas con respecto a las cuencas de diferente índole, siendo la cuenca del río Chillón una de las más afectadas a nivel nacional.

1.3. Marco Teórico

1.3.1. Recursos Hídricos

Van der Zaag (como se citó en Chura, 2013) define a los recursos hídricos como las diversas maneras que se presenta el agua, lo cual incluye también el agua del mar y el agua subterránea.

1.3.2. Agua Superficial

Las aguas superficiales pueden definirse como cuerpo hídrico que está incluido en las aguas continentales que se encuentran en el planeta, pueden ser corrientes que se movilizan en una misma dirección y tienen una continua circulación como los ríos, arroyos o aguas estancadas que se denominan lagos, pantanos, lagunas, etc (Mena, 2013).

1.3.3. Uso de agua

Se define al uso del agua como la aplicación de tal recurso hacia el desarrollo de una actividad. Clasificándose en uso consuntivo y no consuntivo; lo cual, el uso consuntivo se obtiene mediante el volumen suministrado entre el volumen descargado y el uso no consuntivo es aquel que no requiere de la extracción o utilización del recurso hídrico. El uso del agua se puede ramificar en diversos tipos para poder satisfacer las necesidades de los actores según las actividades que desarrollan, como pueden ser agrícola, consumo humano, ganadería, industria minera, industria de energía hidroeléctrica, industria termoeléctrica, industria alimentaria y textil (Conagua, 2010; Fernández, 2012).

1.3.4. Calidad de agua

García (como se citó en Ricce & Robles, 2014) indican que la calidad de agua se refiere al contenido y mantenimiento de este recurso respecto a sus características como químicas, físicas y biológicas, obtenidas a partir de los diversos sucesos naturales ocurridos como también a la influencia de las actividades antropogénicas.

1.3.5. Contaminación de agua

Según ANA (2019) la contaminación de agua se origina debido a la actividad realizada por el hombre a medida que utiliza los recursos naturales de manera descontrolada, generando un proceso de erosión y pérdida de la calidad de las fuentes

de agua, por medio de la eliminación de residuos industriales, domésticos y agropecuarios.

1.3.6. Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica considerada también unidad hidrológica para la gestión de los recursos hídricos, se define como el área delimitada por las divisorias de aguas de un conjunto de ríos que se unen en la misma desembocadura, lo cual, la mayoría lo realiza en el mar, sin embargo, puede ser en un cuerpo hídrico interno como lagos o lagunas (GWP, 2009).

1.3.7. Oferta hídrica

Se considera oferta hídrica a la porción de agua que escurre por los cauces de los cuerpos superficiales como ríos, lagos, lagunas, luego de haberse precipitado sobre la cuenca y haber realizado el proceso de evapotranspiración e infiltración llegando a desembocar en el mar (Tejeda, 2017).

1.3.8. Demanda hídrica

CORPONARIÑO (como se citó en Tejeda, 2017) define a la demanda hídrica como la suma total de las demandas de las actividades socioeconómicas expresado en miles de metros cúbicos.

Teniendo dos tipos de demanda hídrica, las cuales son:

✓ Demanda por consumo humano

Se define como la demanda para uso doméstico o consumo humano a la cantidad de agua que será distribuida por la población urbana y rural para satisfacer sus necesidades, en unidades de volumen en metros cúbicos.

✓ Demanda por uso agrícola

Se define como la demanda de agua para uso agrícola como la precipitación, volúmenes adicionales necesarios para el desarrollo y producción de la actividad agrícola, mediante la medición de la evapotranspiración potencial.

1.3.9. Gestión ambiental

Es aquella disciplina la cual se encarga de encontrar un equilibrio, una conservación y un cuidado de los recursos naturales mediante estrategias, diligencias, técnicas o herramientas, de manera que genere una sostenibilidad, es decir, que este aprovechamiento de los recursos otorgados por la naturaleza, no se vean afectados en las futuras generaciones y brinde una calidad de vida adecuada (Arrieta, Moreno & Steffanell, 2015).

1.3.10 Manejo de cuenca

Cotler, Caire & Maas (como se citó en SERMANAT, 2013) El manejo integral de cuencas es aquel estudio y proceso adaptable cuyo objetivo es obtener la solución de un grupo de problemáticas interrelacionadas, otorgando beneficios y mejorando la calidad de vida tanto de la sociedad como del ecosistema. Para lograr un eficiente manejo integral de cuenca, se requiere pasar por 4 diferentes procesos o fases, las cuales son:

- ✓ Diagnóstico, el cual se refiere a la identificación del problema
- ✓ Planeación, el cual incluye las áreas prioritarias, acciones e involucramiento de la población.
- ✓ Implementación, se refiere a las prácticas y a las mejoras que se estiman
- ✓ Evaluación, siendo los resultados o propuestas de posibles cambios.

1.3.11 Cambio climático

El cambio climático es aquel que se define como la transformación o transición del clima dado en ciclos temporales, influenciado de manera directa o indirecta por

las actividades humanas, siendo estas las principales causantes de la alteración de los componentes de la atmósfera como precipitación, temperatura o intensidad climatológica. Las principales causas del cambio climático son: Emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), incendios forestales, uso de aerosoles, actividad agrícola, actividad ganadera y crecimiento demográfico (CMNUCC, 1992; Useros, 2012).

1.3.12 Impacto Ambiental

Impacto ambiental se refiere al efecto que se obtiene a partir de las actividades antropogénicas sobre el ambiente en sus diferentes aspectos perturbando su estado y calidad. Es aquella acción que genera una alteración que aporte tanto positiva como negativamente las condiciones o componentes del medio ecosistémico donde se realizan las actividades (Vásquez & Valdez, 1994).

1.3.13 Gestión integral de Recursos Hídricos

La gestión integral de recursos hídricos (GIRH) es aquella que permite administrar, promover y desarrollar de manera sostenible obteniendo un equilibrio considerando los aspectos tanto social, económico y ambiental en agua, tierra y recursos que se encuentran dentro de los límites de la cuenca. Esta gestión incluye en su evaluación, la identificación de los actores que usan el recurso del agua, los que no tienen un control adecuado de tal recurso y los posibles impactos ambientales que se presentan. Esta emplea una coordinación de la gestión de cuerpo hídrico en todos los sectores y grupos de interés los cuales, son los actores sociales, desde un enfoque local hasta internacional, mediante la utilización de herramientas, técnicas, políticas, leyes, normativas las cuales logren una equilibrada y sostenible gobernanza (GWP, 2009).

1.4 Marco legal

- Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente”
- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM “Política Nacional del Ambiente”

- Ley N° 27314 “Ley General de Residuos Sólidos”
- Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos”
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG “Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos y sus modificaciones”
- Resolución Jefatural N° 181-2011-ANA “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial”
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA “Clasificación de los cuerpos de agua superficial marino-costeros”
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua”
- Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM “Disposiciones para la implementación de los ECA para Agua”
- Resolución Jefatural N° 030-2016-ANA “Nueva Clasificación del cuerpo de agua superficial marino-costero”
- Decreto Legislativo N°1278 “Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos”
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM “Estándares de Calidad Ambiental para Agua”
- Decreto Supremo N°013-2015-MINAGRI “Plan Nacional de Recursos Hídricos”
- Decreto Supremo N° 006-2015-MINAGRI “Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos”

1.5 Formulación de problema

¿Es posible determinar una Gestión Integral Estratégica para lograr una eficiente recuperación de la calidad de las aguas superficiales en la cuenca del Río Chillón?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

- Determinar una gestión integral estratégica para la recuperación de la calidad de las aguas superficiales en la cuenca del Río Chillón.

1.6.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de la calidad de las aguas superficiales de la cuenca del río Chillón.
- Determinar las fuentes contaminantes de la cuenca del Río Chillón.
- Establecer la relación del marco normativo de recursos hídricos y las competencias institucionales respecto a la calidad de las aguas.
- Establecer los lineamientos para una gestión integral estratégica para la recuperación de la calidad de aguas superficiales de la cuenca.

1.7 Hipótesis

Las hipótesis son formuladas según el alcance de la investigación que se presente, ya sean de alcance exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo (Sampieri, 2014).

La presente investigación es de tipo descriptivo- analítico, por lo tanto, al evaluar los diferentes alcances de hipótesis, se determinó que se formularán hipótesis de carácter descriptivo, debido a que, estas hipótesis, se definen como aquellas que van a predecir un dato, valor o hecho, las cuales serán planteadas a continuación.

1.7.1 Hipótesis general

- Se establecerá una propuesta para la gestión integral estratégica que mejorará la calidad de las aguas superficiales en la cuenca del Río Chillón.

1.7.2 Hipótesis específicas

- El análisis mostrará que las actividades socioeconómicas que se actúan como fuentes contaminantes en la cuenca del Río Chillón, afectan a la calidad de agua superficial del cuerpo hídrico.
- El marco normativo evidenciará a las entidades con el compromiso que tienen con la calidad de agua según su ámbito de competencias.
- Los análisis de las estrategias de gestión integral servirán para la reducción del impacto negativo de la cuenca del Río Chillón.
- Los lineamientos propuestos para la gestión integral aportarán nociones a la sociedad para una correcta recuperación y uso de las aguas superficiales de la cuenca del Río Chillón.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo no experimental, de carácter descriptivo-analítico, la información obtenida fue recopilada mediante estudios realizados por entidades nacionales y estudios de diversos autores con respecto al tema de gestión de recursos hídricos, con el propósito de analizarlos y describir el procedimiento que se realizó en los diversos estudios y/o investigaciones, logrando así poder proponer lineamientos para el empleo de estrategias para una gestión integral de la calidad de agua superficial en la Cuenca del río Chillón.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

➤ Diagnóstico del estado actual correspondiente al muestreo de la población, el cual abarca toda la cuenca del Río Chillón, determinado mediante la información y recolección de datos realizados en el informe técnico N° 002-2016-ANA-AAA.CF/SDGCRH, abarcando un área de 2181.5 km^2 , tomando como referente el último monitoreo participativo de la calidad de agua superficial que se aplicó en la cuenca del río Chillón.

2.2.2. Muestra

➤ La muestra seleccionada para la presente investigación ha sido determinada a partir de los resultados que evidencia el informe técnico N° 002-2016-ANA-AAA.CF/SDGCRH donde se muestrearon 17 estaciones de monitoreo de un total de 19 que se encuentran a lo largo de la Cuenca del Río Chillón, dividiendo este total de estaciones en la parte alta, media y baja. Evidenciando así, las características de la calidad de agua superficial de la cuenca.

2.2.3. Información de la cuenca

➤ **Ubicación geográfica**

La cuenca del río Chillón comprende las provincias de Canta, Lima y la provincia constitucional del Callao, cuenta con un área de 2181.5 km^2 . Los diferentes rangos de altura que se evidencian en la cuenca del río Chillón van desde 0 m.s.n.m por limitar con el Océano Pacífico hasta los 500 m.s.n.m ubicándose en la Cordillera La Viuda.

La cuenca limita por el norte con la cuenca del río Chancay- Huaral y la del Mantaro, por el este limita con la cuenca del río Rímac, por el sur limita con la intercuenca 13755 como también con la cuenca del río Rímac y al oeste limita con el Océano Pacífico y la intercuenca 137557 (ANA,2013).

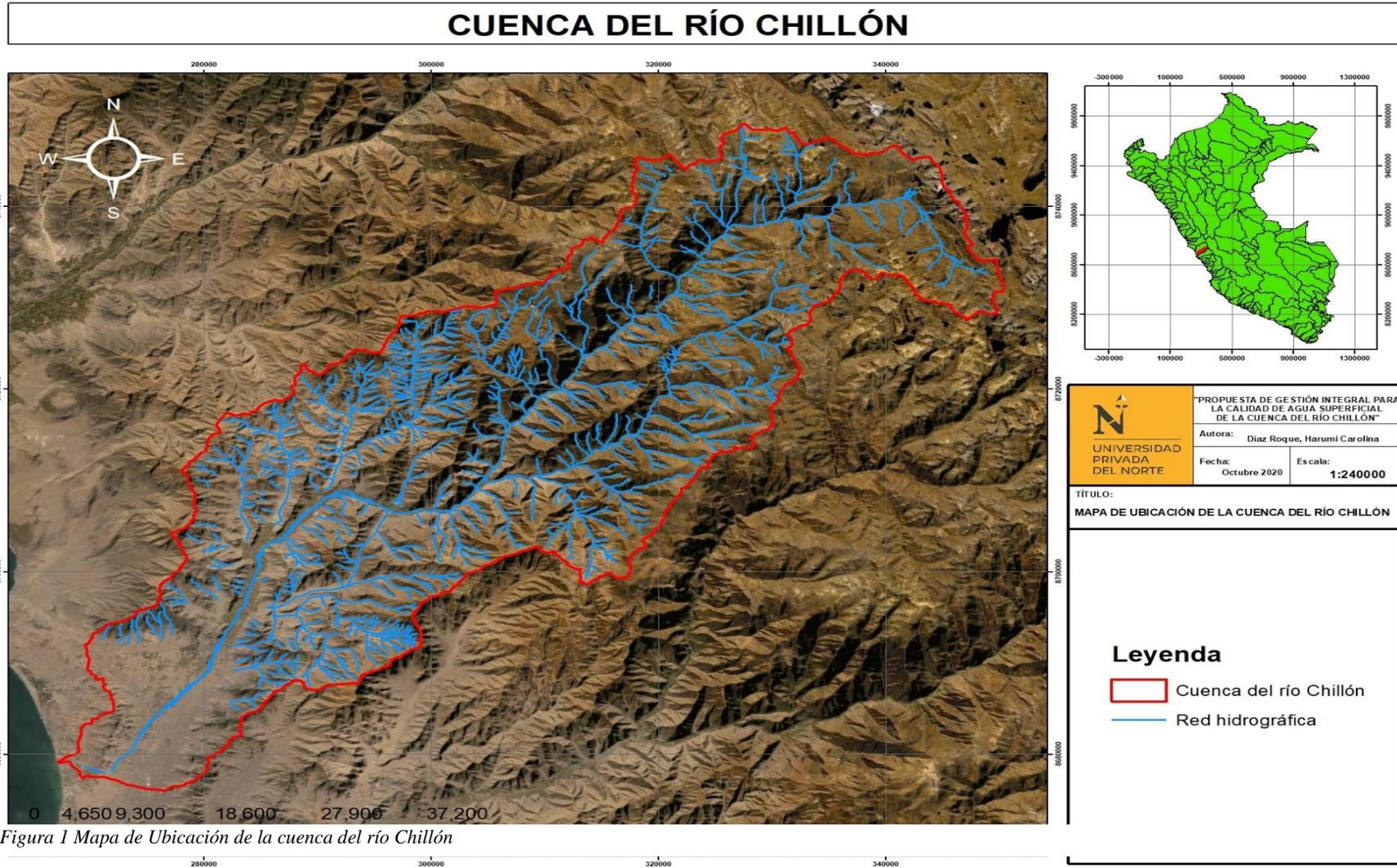


Figura 1 Mapa de Ubicación de la cuenca del río Chillón

➤ **Distritos a lo largo de la cuenca**

A lo largo de la cuenca del río Chillón encontramos a los distritos de Arahua, Lachaqui, Canta, San Buenaventura, Huamantanga, Santa Rosa de Quives, Huaros, Carabaylo, Comas, Puente Piedra, San Martín Porres, Los Olivos, Ventanilla y Callao (ANA,2016).

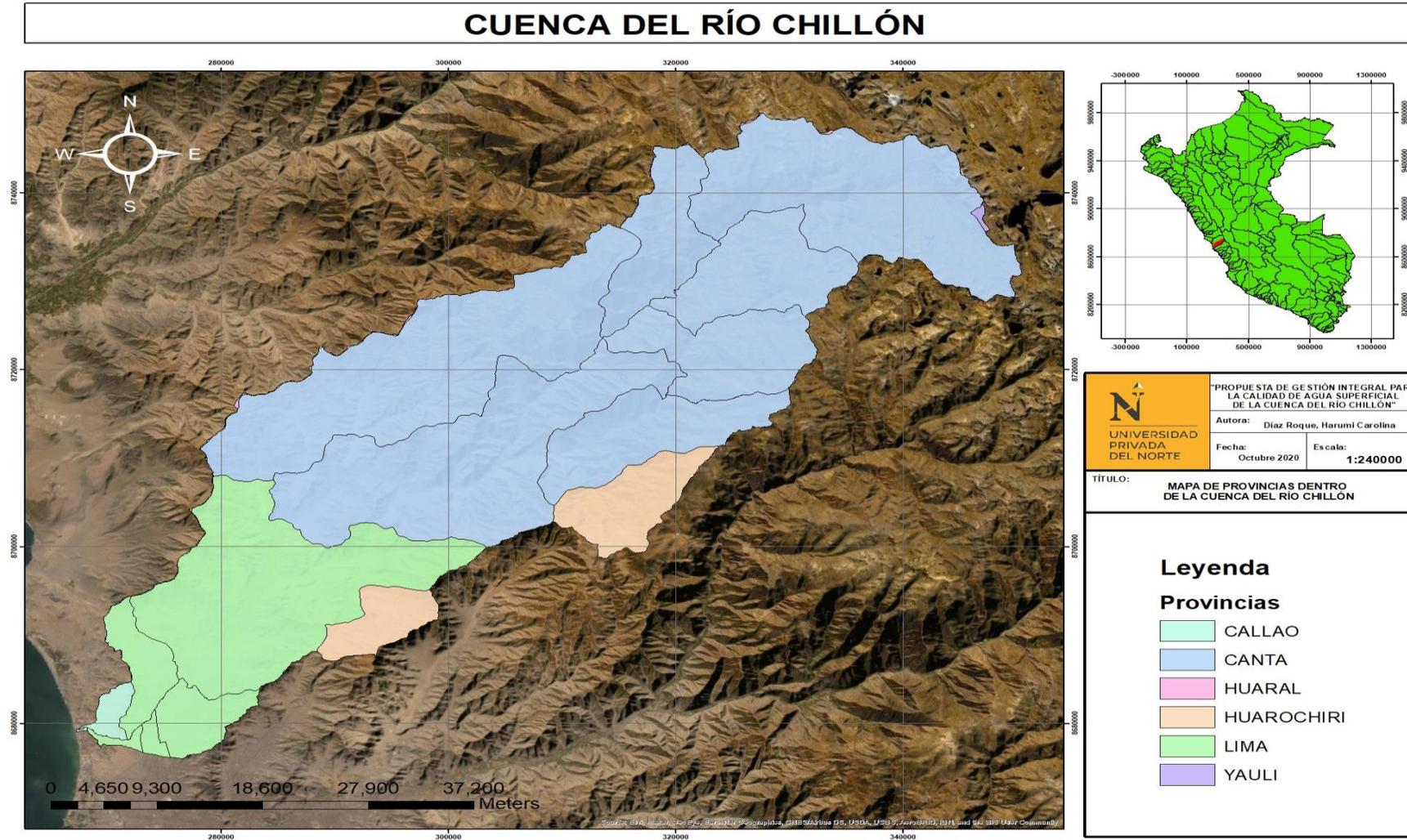


Figura 2 Mapa de provincias dentro de la cuenca del río Chillón

➤ **Aspectos generales de la cuenca**

La cuenca del río Chillón presenta una longitud de 126 kilómetros aproximadamente y sus principales tributarios son los ríos Putura, Cóndor Huinco, Moquegua, Arahua y Quebrada Torococha, como también las lagunas Chuchon y Torococha. A continuación, se presentará los aspectos generales de la cuenca (Tabla 1).

Tabla 1

Aspectos generales de la cuenca del río Chillón

Características	Descripción
Nombre de la cuenca	Chillón
Vertiente hidrográfica	Pacífico
Código	137556
Jurisdicción (ALA)	Chillón Rímac Lurín
Superficie	2300 km ²
Río Principal	Río Chillón
Principales Actividades	Poblacional, agrícola, industrial y pecuario

Nota: en la presente tabla se presentan los aspectos generales de la cuenca según el monitoreo participativo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA,2016)

➤ **Clasificación de la cuenca**

La cuenca del río Chillón según la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA “Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales”, se clasifica en dos categorías netamente, Categoría 1: Poblacional y Recreacional – subcategoría 2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”; tal categoría se encuentra delimitada desde la naciente de la

cuenca hasta la captación de agua potable de la entidad SEDAPAL. Incluyendo también que desde la captación de agua de SEDAPAL hasta la desembocadura en el Océano Pacífico se determina como Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Tal categoría esta direccionada para el regadío de plantas de tallo alto y bajo, como también, para el consumo de animales de pastoreo.

➤ **Usos de agua de la cuenca**

La cuenca del río Chillón, cuenta con los siguientes derechos de uso de agua:

- ✓ Doméstico
- ✓ Industrial
- ✓ Agrícola
- ✓ Pecuario

➤ **Actividades socioeconómicas**

En la cuenca del río Chillón se encuentran actividades socioeconómicas como:

- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Ventanilla
- ✓ Central Térmica de Ventanilla
- ✓ Planta de Producción de Papelera Zarate S.A.C
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Alcacoto Bajo
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Santa Rosa de Quives
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Puente Piedra
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Pariamarca
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Hornillos
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Cocayalta
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Macas
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Zapan
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Huanchipuquio

- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Valle Hermoso
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Trapiche
- ✓ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Olivar
- ✓ Planta de Tratamiento de Agua Potable- Carabayllo
- ✓ Empresa Consorcio Vial Santa Rosa

➤ **Número de pobladores a lo largo de la cuenca**

La cifra poblacional que presenta la cuenca del río Chillón hasta el año 2019 es de 1877563 habitantes, lo cual 49.22% representa a los varones y el 50.78% representa a las mujeres (ANA,2019).

2.2.4. Estaciones de Monitoreo

- 19 estaciones de monitoreo de agua superficial en la cuenca del río Chillón (Tabla 2).

Tabla 2

19 estaciones de monitoreo a lo largo de la cuenca del río Chillón

Categoría R.J 056- 2018-ANA	N°	Código	Descripción	Coordenadas UTM (WGS84)		Altura (m.s.n.m)
				Este	Norte	
Cuenca alta del río Chillón						
Categoría 1- subcat2	1	137556 RChil1	Río Chillón 50 m posterior de la confluencia con la Quebrada Torococha que trae las aguas de la laguna Torococha y Chuchon Km 134.5 carretera Lima- Canta	341300	8741016	4019
	2	137556 RChil2	Puente Huaros Km 120 carretera Lima- Canta, antes del poblado Huaros aguas arriba	330786	8738406	3460
	3	137556 RChil3	Río Chillón, aproximado 100 m aguas arriba del puente camino a Obrajillo	323190	8733627	2662

	4	137556 RChil4	Río Chillón, aproximado 200 m aguas abajo del vertimiento en la localidad de Obrajillo	323064	8733477	2682
	5	137556 RChil5	Río Chillón, aproximado 100 m aguas debajo de la quebrada Putura	322978	8733237	2692
	6	137556 RChil6	100 m aguas abajo en el río Chillón con la intersección de la Quebrada Cóndor Huinco Km 92.5 carretera Lima-Canta	319701	8728155	2267
	7	137556 RChil7	Río Chillón, 50 m aguas debajo de la confluencia con la quebrada Moquegua y 250 m aguas abajo del poblado Cocucha Km 79 Lima- Canta	311124	8719774	1600
	Cuenca media-alta del río Chillón					
Categoría 1-subcat2	8	137556 RChil 8	Río Chillón, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Arahua Km 64.6 carretera Lima-Canta	304715	8710213	1144
	9	137556 RArah1	Río Arahua antes de la confluencia con el río Chillón	304553	8709997	-
	10	137556 RChil9	Río Chillón altura del puente Magdalena Km 57 carretera Lima-Canta	299751	8706567	945
	Cuenca baja del río Chillón					
Categoría 1-subcat2	11	137556 RChil17	Río Chillón, aguas abajo después de la descarga de la PTAR del Centro Poblado El Olivar	284879	8700736	-
	12	137556 RChil10	Río Chillón, altura canal regadío antes de planta SEDAPAL	282380	8694228	372
Categoría 3	13	137556 RChil11	Río Chillón, aproximado 300 m aguas abajo del botadero de residuos sólidos de construcción Sector Chaperito	278536	8682573	237

14	137556 RChil12	Río Chillón, puente peatonal aguas arriba de la intersección con la Av. Panamericana Norte	274544	8682573	135
15	137556 RChil13	Río Chillón, puente Chillón- Panamericana Norte	274138	8681693	121
16	137556 RChil14	Río Chillón, aproximado 100 m aguas arriba de la toma de captación de agua de la comisión de regantes Chuquitanta	273475	8680227	109
17	137556 Rchil 18	Río Chillón, aproximado 100 m aguas debajo de vertimiento municipal de la PTAR Puente Piedra de SEDAPAL	271116	8678176	-
18	137556 Rchil 15	Río Chillón 700 m aproximado aguas arriba del puente Néstor Gambeta	268263	8679387	24
19	137556 Rchil 16	Desembocadura del río Chillón a la playa Márquez, después de enrocado	267151	8679309	13

Nota: Tabla de estaciones de monitoreo identificados en el monitoreo participativo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA,2016)

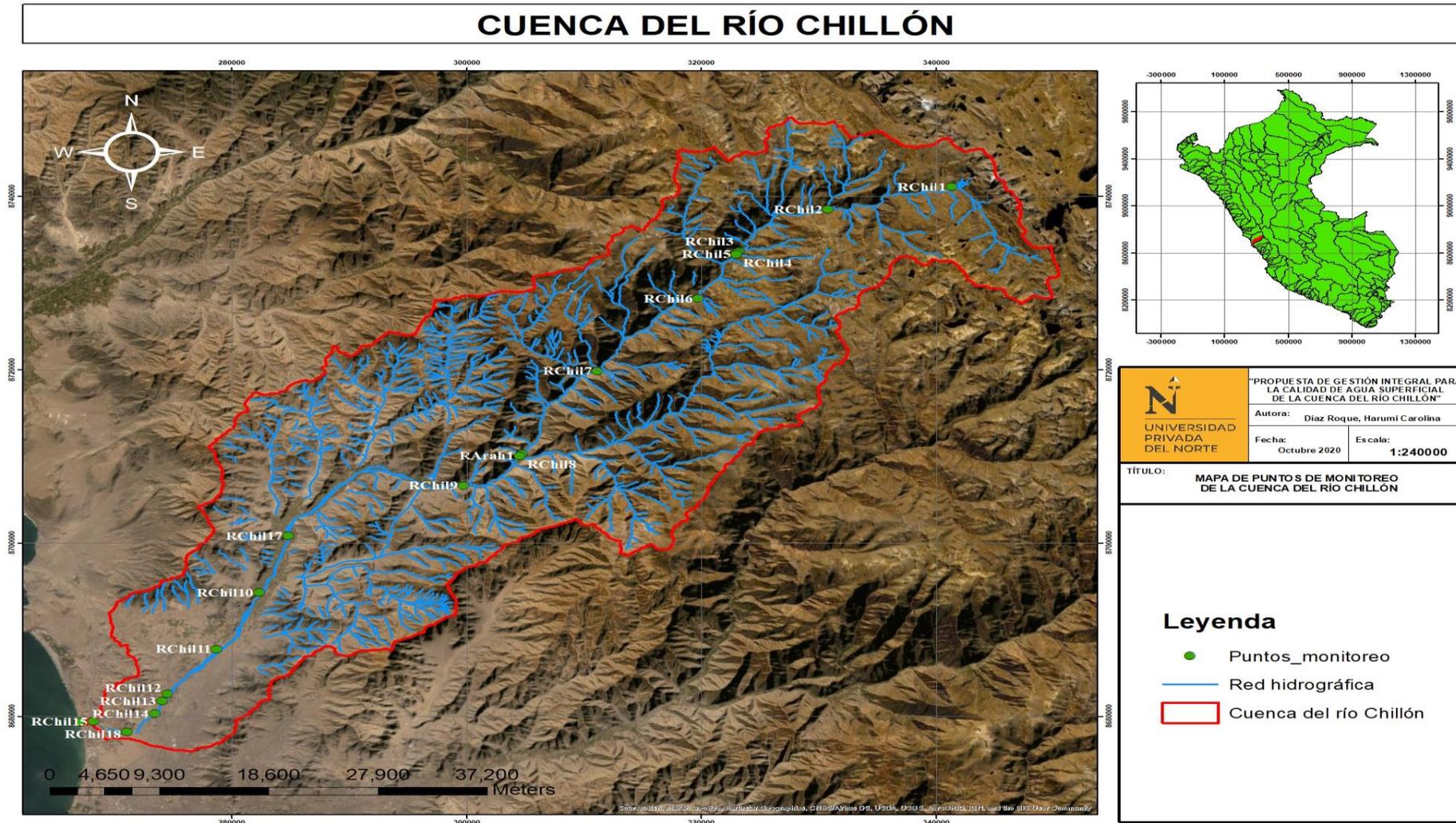


Figura 3 Mapa de puntos de monitoreo de la cuenca del río Chillón

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas e instrumentos

En la presente investigación se realizará la técnica de la observación indirecta, realizando una revisión sistemática, la cual, brindará todos los conocimientos, definiciones que se tiene respecto al tema de calidad de recurso hídrico y el estado en el que se encuentra la cuenca del río Chillón.

Usando los artículos científicos, informes técnicos, libros, trabajos de investigación y monitoreos participativos de la cuenca del río Chillón realizado y obtenidos a libre acceso en el repositorio virtual de Recursos Hídricos que se encuentra en el portal de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) como; el Informe Técnico N° 002-2016-ANA-AAA.CF/SDGCRH, Informe Técnico N° 050-2013-ANA-AAA.CF-ALA.CHRL-AT/JESM, Informe Técnico N° 002-2016-ANA-AAA.CF/SDGCRH, entre otros.

Como también nos guiamos de la normativa vigente para el recurso hídrico superficial, como, Estándares de Calidad Ambiental. Debido a esto se tendrá como instrumento para el presente trabajo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – Resolución Jefatural N°010-2016-ANA.

2.3.2. Procedimiento de recolección de datos

El proceso de recolección de datos para poder realizar la presente investigación va a partir de la obtención de información de fuentes como publicaciones, monitoreos e informes técnicos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), Defensoría del pueblo, Ministerio del Ambiente (MINAM), Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), Sistema Nacional de Información Ambiental. También se utilizó el

contenido de los Repositorios Institucionales de Universidades como: Agraria de La Molina, Universidad Técnica Estatal de Quevedo en Ecuador, Universidad Nacional del Centro del Perú, Universidad Peruana Los Andes, Universidad Nacional Autónoma de México, Pontificia Javeriana Bogotá, Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad de Piura y Universidad Nacional del Altiplano.

Habiendo identificado las entidades de las cuales se va a extraer la información, se procedió a realizar la búsqueda en sus repositorios o bibliotecas virtuales, los documentos relevantes a la presente investigación. En adición, se encontró información en revistas de artículos científicos y en base de datos como Scielo, Dialnet y Redalyc.

Para la ejecución de lo explicado líneas arriba, se procedió a realizar un filtro con las palabras claves tales como “recursos hídricos”, “Cuenca del Chillón”, “Calidad de agua superficial” y “gestión de cuencas”, de las cuales se obtuvo documentos que llevan relación con la presente investigación.

2.3.3. Análisis de datos

Para el análisis de los datos, se tomará en cuenta el análisis descriptivo del monitoreo participativo realizado en el 2016, para lo cual se obtuvo información sobre los resultados arrojados del muestreo en las 17 estaciones de monitoreo a partir de sus fuentes contaminantes. Se analizó y diagnosticó las condiciones de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Chillón.

Como base para determinar la calidad del agua se tomó como guía la normativa nacional, la cual fue los Estándares de Calidad Ambiental para agua. Esta información al ser recopilada e interpretada fortalecerá las ideas para la propuesta de gestión integral.

Según la clasificación de cuerpos hídricos realizado ya en la cuenca del río Chillón, los parámetros a evaluar en las 17 estaciones de monitoreo según su categoría, siendo estos parámetros comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (Tabla 3).

Tabla 3

Parámetros muestreados en las 17 estaciones de monitoreo en la cuenca del río Chillón

Parámetros	N° muestras Cat. 1-A2	N° muestras Cat.3	N° total de muestras
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12	07	19
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	12	07	19
Sólidos Suspendedos Totales	12	07	19
Aceites y Grasas	12	07	19
Nitratos	12	07	19
Nitrógeno Amoniacal	12	0	12
Fósforo total	12	0	12
Fosfatos	0	07	07
Cianuro WAD	12	07	19
Cianuro libre	12	0	12
Sulfuros	0	07	07
Sulfatos	12	07	19
Coliformes termotolerantes	12	07	19
Cromo hexavalente	12	07	19
Barrido de metales (Al, As, Ba, B, Be, Cd, Cr, Cu, Co, Fe, Li, Mg, Ni, Pb, Sb, Se, Ag, Zn, Hg)	12	07	19
Plaguicidas organoclorados	07	00	07

Nota: Tabla de parámetros evaluados para el monitoreo participativo por la Autoridad Nacional del Agua (ANA.2016)

2.3.4. Formulación de estrategias para la gestión integral de recursos hídricos

Identificando así cuales son las principales actividades socioeconómicas y las fuentes de contaminación que se encuentran a lo largo de la extensión de la cuenca del río Chillón, se analizará con la normativa nacional que vela por la óptima calidad del agua superficial de la cuenca del río Chillón, para así realizar las propuestas de estrategias que tendrán como finalidad la recuperación de la calidad del recurso hídrico superficial de la cuenca del río Chillón. Para Gómez y Paucar (2015), los ejes temáticos que se deben tomar en cuenta para la propuesta de una gestión de calidad son:

- Aprovechamiento de los recursos hídricos
- Institucionalidad
- Cultura de agua
- Conservación del agua
- Calidad de agua

Estos ejes serán tomados en cuenta también para el presente estudio, ya que se debe de tomar en cuenta que el objetivo principal es determinar un plan de gestión integral para la calidad de agua superficial de la cuenca del río Chillón, por lo que los ejes presentados van acordes con la propuesta que se busca realizar.

2.4 Aspectos éticos

Los principios éticos son aplicados para la ejecución de la presente investigación, con respecto a la teoría, base de datos, resultados, discusiones y conclusiones. Resaltando también que se ha respetado legalmente los derechos de autor de cada investigación tomada como referencia en el desarrollo del presente estudio, mediante el empleo de las citas adecuadas, siendo una información que cumple con el valor de la transparencia, confiabilidad y honestidad sin alterar el contenido de otros autores cumpliendo con todos los requisitos establecidos, los cuales se verán reflejados en el desarrollo de la presente investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Situación actual de la calidad de las aguas superficiales de la cuenca del Río Chillón

En la presente investigación se llevó a cabo el cálculo del Índice de Calidad Ambiental de la cuenca del río Chillón, tomando los datos de 13 parámetros del Estándar de Calidad Ambiental para Agua D.S N° 002-2008- MINAM en relación a los 1 puntos que se encuentran dentro de los monitoreos participativos realizados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), entre los años 2012 a 2015 respectivamente, dando como resultado, que en la cuenca alta del río a desde el punto Rchil1 hasta Rchil10 se presenta una calidad de agua superficial en estado “excelente” y “bueno”, sin embargo, en la cuenca baja desde el punto Rchil11 hasta Rchil16 se presenta una calidad de agua superficial en estado “pésimo” y “malo”. (Tabla 4)

Tabla 4

Resultados del ICA - Cuenca del río Chillón

Nro.	PUNTO	PUNTOS DE MONITOREO DESCRIPCION	CLASIFICACIÓN	RESULTADOS ICA-PE	
				AÑO HIDROLÓGICO (2012 - 2015)	
1	137556 RChil1	Río Chillón 50 m posterior de la confluencia con la Quebrada Torococha que trae las aguas de la laguna Torococha y Chuchon Km 134.5	Cat.1: Poblacional y Recreacional, subcategoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	95	EXCELENTE
2	137556 RChil2	Puente Huaros Km 120 carretera Lima-Canta, antes del poblado Huaros aguas arriba		95	EXCELENTE
3	137556 RChil3	Río Chillón, aproximado 100 m aguas arriba del puente camino a Obrajillo		89	BUENO
4	137556 RChil4	Río Chillón, aproximado 200 m aguas abajo del vertimiento en la localidad de Obrajillo		10 0	EXCELENTE
5	137556 RChil5	Río Chillón, aproximado 100 m aguas debajo de la quebrada Putura		89	BUENO
6	137556 RChil6	100 m aguas abajo en el río Chillón con la intersección de la Quebrada Cóndor Huinco Km 92.5 carretera Lima-Canta		10 0	EXCELENTE
7	137556 RChil7	Río Chillón, 50 m aguas debajo de la confluencia con la quebrada Moquegua y 250 m aguas abajo del poblado Cocucha Km 79 Lima- Canta		95	EXCELENTE
8	137556 RChil 8	Río Chillón, aguas arriba de la confluencia con la quebrada Arahuary Km 64.6 carretera Lima-Canta		95	EXCELENTE
9	137556 RChil9	Río Chillón altura del puente Magdalena Km 57 carretera Lima-Canta		95	EXCELENTE
10	137556 RChil10	Río Chillón, altura canal regadío antes de planta SEDAPAL		83	BUENO
11	137556 RChil11	Río Chillón, aproximado 300 m aguas abajo del botadero de residuos sólidos de construcción Sector Chaperito		Cat.3 : Rieg o de veget ales y hehid	68

12	137556 RChil12	Río Chillón, puente peatonal aguas arriba de la intersección con la Av. Panamericana Norte	41	MALO
13	137556 RChil13	Río Chillón, puente Chillón- Panamericana Norte	42	MALO
14	137556 RChil14	Río Chillón, aproximado 100 m aguas arriba de la toma de captación de agua de la comisión de regantes Chuquitanta	46	REGULAR
15	137556 Rchil 15	Río Chillón 700 m aproximado aguas arriba del puente Néstor Gambeta	29	PÉSIMO
16	137556 Rchil 16	Desembocadura del río Chillón a la playa Márquez, después de enrocado	31	MALO

Nota: Resultados del Índice de Calidad Ambiental para determinar el estado de las aguas superficiales de la cuenca del río Chillón.

3.1.1 Resultados del monitoreo de calidad de agua del 2016

Para la presente investigación los resultados que se muestran pertenecen al monitoreo participativo de la cuenca del río Chillón realizado en el 2016, posterior a la recolección de muestras, se pasó a analizar los parámetros por medio del laboratorio ENVIROLAB S.A.C. A continuación, se evidencian los resultados arrojados por los análisis correspondientes, interpretando el estado de la calidad del agua superficial en la cuenca comparándola con la normativa correspondiente al año, la cual es Estándar de Calidad Ambiental de agua D.S N° 002-2008- MINAM (Tabla 4).

Tabla 5

Resultados del monitoreo en los puntos clasificados con la Categoría 1-A2 en la cuenca del río Chillón

Código del punto de monitoreo	Unidad	ECA CAT 1-A2 "Agua potable"	Rchil 1	RChil 2	RChil 3	RChil 4	RChil 5	RChil 6	RChil 7	RChil 8	RChil 9	Rchil 10	Rchil 17
PARÁMETROS FÍSICOS													
Oxígeno Disuelto	mgO2/L	5											
pH	Unidad de pH	5.5-9.0	8.4	8.45	8.11	8.3	8.2	8.68	8.32	8.38	8.42	8.02	8.39
Temperatura	Celsius	-	10.4	11.6	16.4	17.2	16.7	19.9	18.8	21.2	22	23	25.1
Conductividad Eléctrica	µs/cm	1600	397	394	366	385	398	379	394	380	330	174	339
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	-	2	6	16	6	7	6	5	2	4	ND(<1)	7
PARÁMETROS INORGÁNICOS													
Bario	mg/L	0.7	0.031	0.037	0.041	0.038	0.039	0.04	0.041	0.042	0.041	0.043	0.044
Calcio	mg/L	-	33.84	104.5	120.9	118	122.4	114.4	125.8	125.5	116.2	124.1	113.3
Litio	mg/L	-	0.002	0.015	0.111	0.106	0.108	0.105	0.133	0.122	0.111	0.053	0.04
Magnesio	mg/L	-	4.407	17.84	19.09	19.9	19.5	18.84	20.25	20.13	19.81	20.22	19.57
Sodio	mg/L	-	2.1	5.44	15.92	16.56	16.95	18.93	22.99	23.14	22.63	22.91	20.02
Sulfatos	mg/L	-	23.6	269.8	246.3	228.8	345	125.2	307.6	312	310.1	266.5	283.6
NUTRIENTES													
Fósforo total	mg P/L	0.15	0.018	0.064	0.018	0.021	0.017	0.02	0.02	0.01	0.02	ND(<0.01)	0.028
Nitrógeno amoniacal	mg N/L	2	0.03	0.05	0.04	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01
Nitratos	mg N/L	10	0.06	0.09	0.4	0.37	0.47	0.66	1.47	0.37	0.44	3.53	0.23

Nota: Resultados del monitoreo participativo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA,2016) según el Estándar de Calidad Ambiental de Agua Cat 1 A2.

Tabla 6

Resultados del monitoreo en los puntos clasificados con la Categoría 1-A2 en la cuenca del río Chillón. Continuación

Código del punto de monitoreo	Unidad	ECA CATI A2 "Agua potable"	Rchil1	RChil2	RChil3	RChil4	RChil5	RChil6	RChil7	RChil8	RChil9	RChil10	RChil17
METALES Y METALOIDES													
Aluminio total	mg/L	0.2	0.075	0.0998	0.161	0.082	0.102	0.0986	0.078	0.073	0.087	0.045	0.144
Boro total	mg/L	0.5	0.024	0.089	0.394	0.384	0.388	0.41	0.454	0.448	0.428	0.36	0.393
Cobre total	mg/L	2	ND(<0.002)	ND(<0.002)	ND(<0.002)	ND(<0.002)	0.003	ND(<0.002)	ND(<0.002)	ND(<0.002)	0.004	ND(<0.002)	ND(<0.002)
Cromo total	mg/L	0.05	ND(<0.001)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	0.004	ND(<0.001)	0.003	ND(<0.001)	ND(<0.001)
Estaño total	mg/L		ND(<0.003)	0.036	ND(<0.003)								
Estroncio total	mg/L		0.2013	1.769	1.848	1.908	1.87	1.62	1.782	1.718	1.606	1.52	1.423
Hierro total	mg/L	1	0.0982	0.136	0.22	0.108	0.128	0.082	0.0971	0.084	0.107	0.049	0.198
Manganeso total	mg/L	0.4	0.014	0.015	0.022	0.018	0.021	0.012	0.01	0.014	0.012	0.021	0.015
Molibdeno total	mg/L		ND(<0.002)	ND(<0.002)	ND(<0.002)	ND(<0.002)	ND(<0.002)	0.003	0.003	0.003	0.005	0.004	0.004
Plomo total	mg/L	0.05	ND(<0.001)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	0.003	ND(<0.001)						
Potasio	mg/L	-	0.37	0.81	1.9	2.03	2.02	2.12	2.28	2.28	2.33	2.61	2.38
Silicio	mg/L	-	1.74	3.24	4.87	4.66	4.72	5.1	-	-	-	-	-
Zinc total	mg/L	5	0.008	0.012	0.013	0.011	0.02	0.009	0.021	0.02	0.023	0.05	0.014
MICROBIOLÓGICOS													
Coliformes termotoler	NMP/100ml	2000	6.8	490	23000	490	330	700	490	330	23	23	1700

antes
(44.5°C)

Nota: Continuación de los resultados del monitoreo participativo de la Autoridad Nacional del Agua (2016) según el Estándar de Calidad Ambiental de Agua Cat 1 A2.

Con respecto a las Tablas 5 y 6, se evidencian 11 estaciones de monitoreo analizadas según la Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales, lo cual corresponde Categoría 1: Poblacional y Recreacional – subcategoría 2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”. Comparando los resultados de estos puntos con el ECA agua, se muestra que hay un solo parámetros que excede tal estándar, el cual es el parámetro de Coliformes termotolerantes (Figura 4).

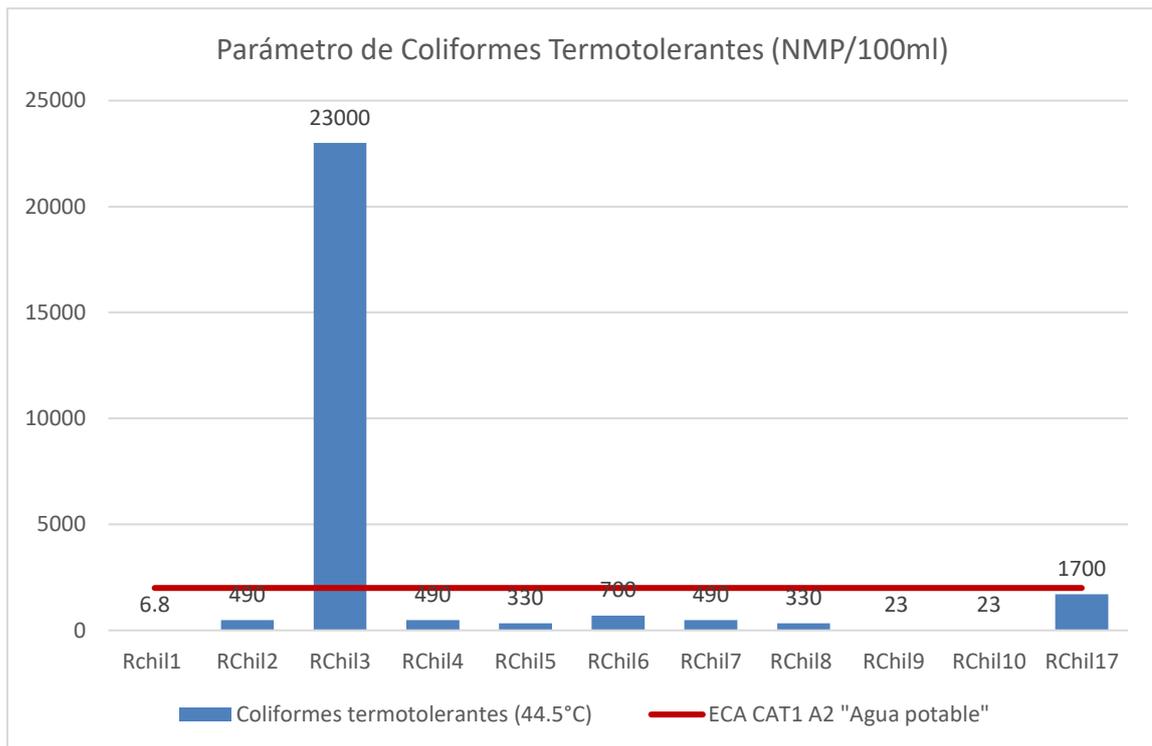


Figura 4 Parámetro excedente de coliformes termotolerantes

Debido a este excedente del parámetro microbiológico, se evalúa que el punto RChil3, es contaminado debido a las descargas de aguas residuales domésticas netamente provienen del poblado Obrajillo en el cual se desarrollan actividades socioeconómicas turísticas. En relación a los demás parámetros, todos cumplen con la normativa establecida, sin embargo, los resultados en las estaciones de monitoreo en donde indican el término “ND”, significa que no ha sido detectado al nivel de identificación según el valor dentro del paréntesis, como también se presenta el término “NR”, el cual significa que no ha sido registrado en el presente monitoreo.

Tabla 7

Resultados del monitoreo de agua superficial según la Categoría 3 de la cuenca del río Chillón

Código del punto de monitoreo	Unidad	ECA-Agua-Cat.3 "Riego de vegetales y bebidas de animales"	Rchil12	RChil13	RChil14	RChil18	RChil15	RChil16
PARÁMETROS FÍSICOS								
pH	Unidad de pH	6.5-8.4 (bebida) 6.5-8.5 (riego)	7.9	7.42	7.52	7.45	7.94	7.78
Temperatura	Celsius	-	29.2	30	30.5	24.8	24.4	24.6
µs/cm		2000 (riego)	374	34	384	429	431	432
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mgO2/L	5000 (bebida)						
		15	10	6	16	295	298	290
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	40	32	24	36	634	474	410
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	-	6	19	14	148	158	278
PARÁMETROS INORGÁNICOS								
Bario	mg/L	0.7 (riego)	0.054	0.056	0.057	0.061	0.073	0.066
Berilio	mg/L	0.1 (bebida)	ND(<0.0005)	ND(<0.0005)	ND(<0.0005)	0.0006	0.0008	0.0005
Calcio	mg/L	200 (riego)	176.1	186.6	188.7	153.2	171.4	164.5
Cianuro Libre	mg/L	-	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Litio	mg/L	2.5	0.022	0.021	0.022	0.017	0.02	0.019
Magnesio	mg/L	150	30.25	30.85	31.48	34.51	39.1	38.42
Selenio	mg/L	0.05	ND(<0.006)	ND(<0.006)	ND(<0.006)	ND(<0.006)	0.0098	ND(<0.006)
Sodio	mg/L	200 (riego)	39.87	59.53	50	160.1	162.1	151.9
Sulfatos	mg/L	300 (riego) 500 (bebida)	450	448.7	408.5	291.5	347	476.3
Sulfuros	mg/L	0.05	ND(<0.002)	ND(<0.002)	ND(<0.002)	ND(<0.002)	0.982	11.19

NUTRIENTES								
Fosfatos	mg P/L	1 (riego)	0.388	0.268	0.099	6.93	8.73	9.47
Nitratos	mg N/L	10 (riego) 50 (bebida)	2.18	0.3	0.07	0.23	0.26	0.15
METALES Y METALOIDES								
Aluminio total	mg/L	5	0.0951	0.181	0.164	0.431	0.775	0.66
Boro total	mg/L	0.5-6 (riego) 5 (bebida)	0.414	0.415	0.424	0.35	0.404	0.385
Cadmio total	mg/L	0.005 (riego) 0.01 (bebida)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	0.001	0.002
Cobre total	mg/L	0.2 (riego) 0.5 (bebida)	0.005	0.015	0.014	0.187	0.258	0.243
Cromo total	mg/L	-	ND(<0.001)	0.017	0.01	0.019	0.028	0.029
Estaño total	mg/L	-	ND(<0.003)	ND(<0.003)	ND(<0.003)	ND(<0.003)	0.003	ND(<0.003)
Estroncio total	mg/L	-	2.001	2.037	2.078	1.681	1.924	1.862
Hierro total	mg/L	1	0.282	0.258	0.213	0.893	1.634	1.538
Manganeso total	mg/L	0.2	0.104	0.13	0.144	0.068	0.126	0.135
Molibdeno total	mg/L	-	0.004	0.005	0.004	0.005	0.007	0.006
Niquel total	mg/L	0.2	ND(<0.002)	0.003	0.013	0.327	0.328	0.327
Plomo total	mg/L	0.05	ND(<0.001)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	0.03	0.042	0.038
Potasio	mg/L	-	5.82	6.62	6.32	22.69	23.93	25.83
Silicio	mg/L	-	-	-	-	-	-	-
Vanadio total	mg/L	-	ND(<0.001)	ND(<0.001)	ND(<0.001)	0.005	0.008	0.006
Zinc total	mg/L	2 (riego) 24 (bebida)	0.037	0.069	0.063	0.314	0.404	0.446
PARÁMETROS ORGÁNICOS								
Aceites y Grasas	mg/L	1	ND(<1)	ND(<1)	ND(<1)	20	23	28
MICROBIOLÓGICOS								
Coliformes termotolerantes (44.5°C)	NMP/100 ml	1000 (riego de tallo bajo y bebida) 2000 (riego tallo alto)	110000	1100000	70000	33000000	33000000	33000000

Nota: Resultados del monitoreo participativo de la Autoridad Nacional del Agua (2016) según el Estándar de Calidad Ambiental de Agua Cat. 3.

Con respecto a la Tabla 7, se evidencian las 6 estaciones de monitoreo según la “Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales”, la cual corresponde a la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Siendo también estos resultados de la presente categoría comparados con el ECA agua.

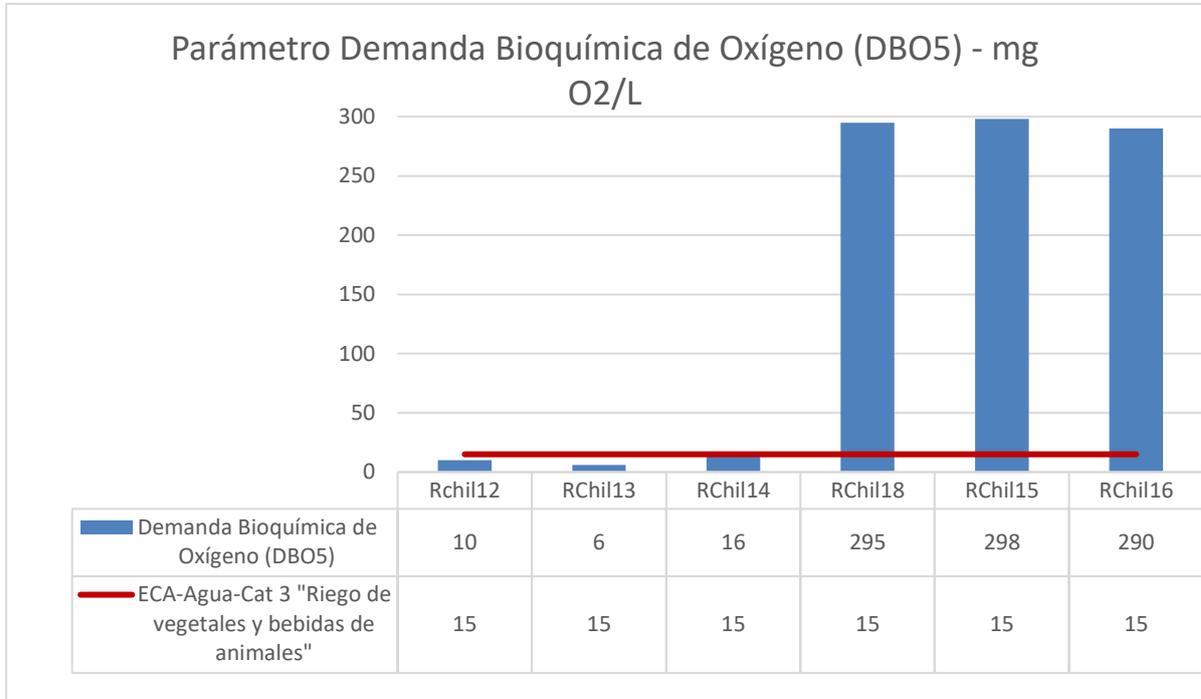


Figura 5 Parámetro excedente de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

En la Figura 5, el presente parámetro físico evidencia un excedente en los puntos RChil14, RChil18, RChil15 y RChil16, estos son ubicados en la cuenca baja del río, en los distritos de Ventanilla, Callao y Puente Piedra. Este parámetro excede debido a la elevada cantidad de carga orgánica, debido mayormente por los vertimientos de agua residual doméstica y la aglomeración de los residuos sólidos en los botaderos a las riberas de la cuenca.

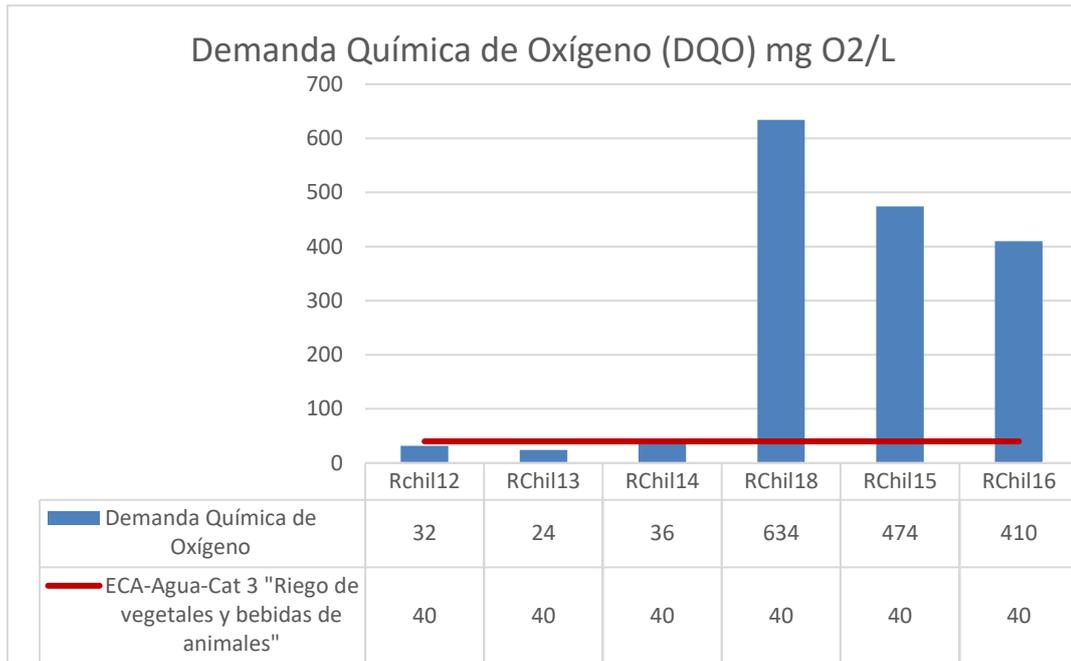


Figura 6 Parámetro excedente de Demanda Química de Oxígeno (DQO).

En la Figura 6 se ve que el parámetro de Demanda Química de Oxígeno evidencia un excedente en los puntos de monitoreo RChil18, RChil15, RChil16, como estos se encuentran en la cuenca baja del río se determina que tal contaminación se debe al motivo de la alta carga orgánica, debido a que este parámetro incrementa al tener mayor cantidad de descomposición química, causado en la mayoría por el vertimiento de aguas residuales domésticas y los botaderos de residuos sólidos.

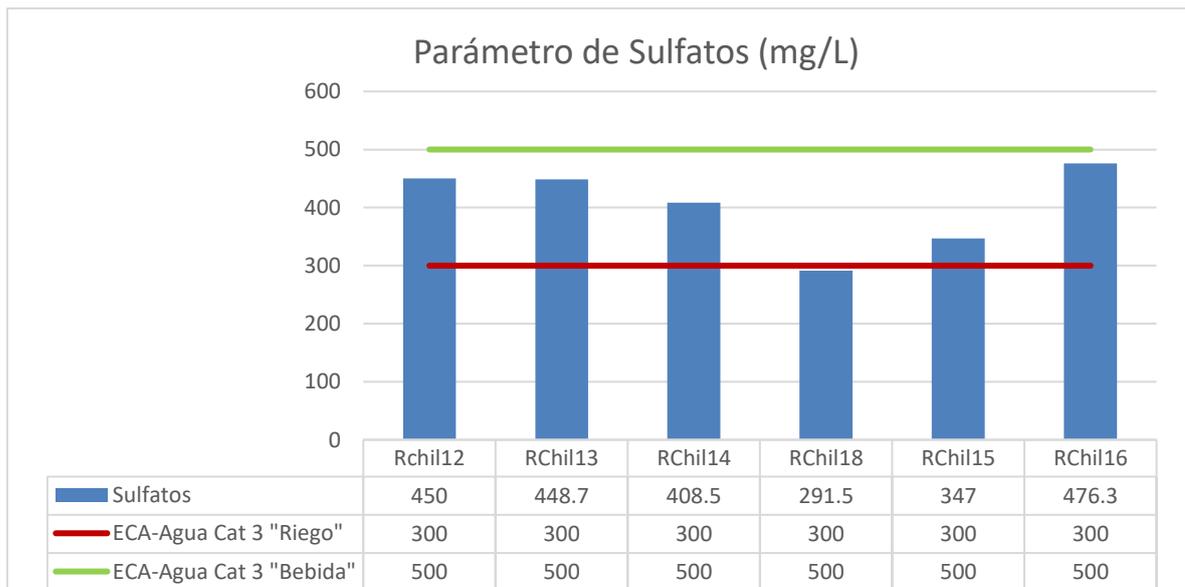


Figura 7 Parámetro excedente de sulfatos

En la Figura 7, el parámetro físico de Sulfatos presenta una excedencia con respecto a la Categoría 3 de agua para riego en los puntos RChil12, RChil13, RChil14, RChil15, RChil16, estas estaciones se encuentran ubicadas en la cuenca baja del río, en donde existe concurrencia peatonal y móvil en gran incidencia, por lo que se interpreta que el parámetro presenta este excedente por tener gran cantidad de agentes que acidifiquen el cuerpo hídrico, es decir, agentes oxidantes, generando una contaminación.

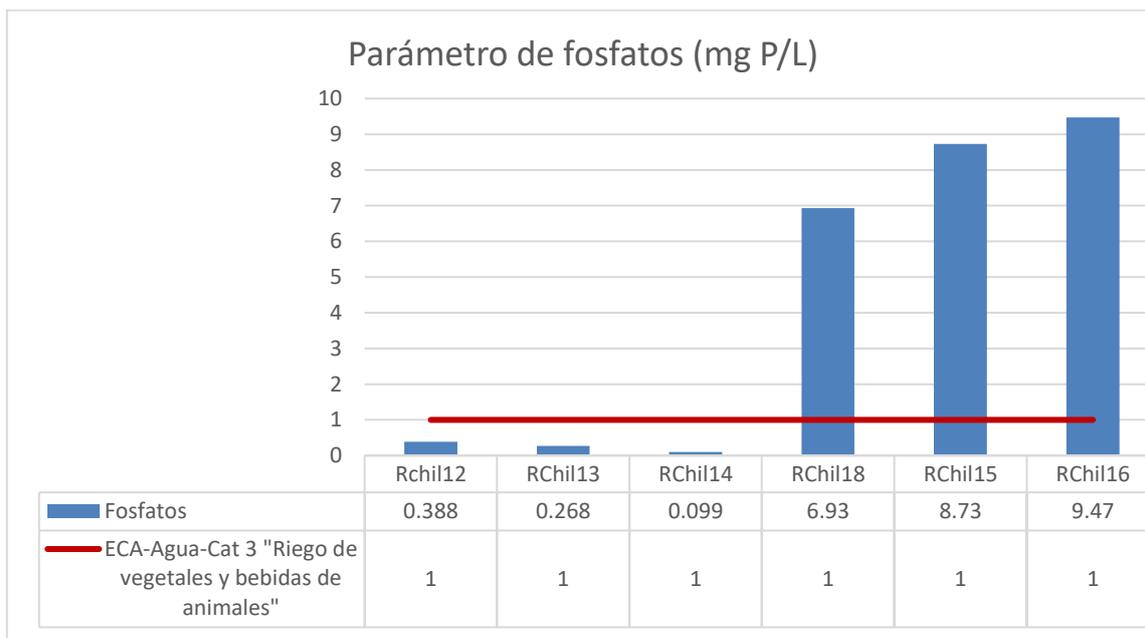


Figura 8 Parámetro excedente de fosfatos.

En la Figura 8, el parámetro de fosfatos presenta un excedente respecto a la Categoría 3 de agua para riego en los puntos RChil18, RChil15 y RChil16, al ser una contaminación en la parte baja de la cuenca se genera una eutrofización en el cuerpo hídrico por la gran cantidad de sulfatos, causados por la combinación de materia orgánica de los vertimientos de agua residual como también la presencia de detergentes en el río y/o la presencia alta de nutrientes generando una alteración en la calidad del río.

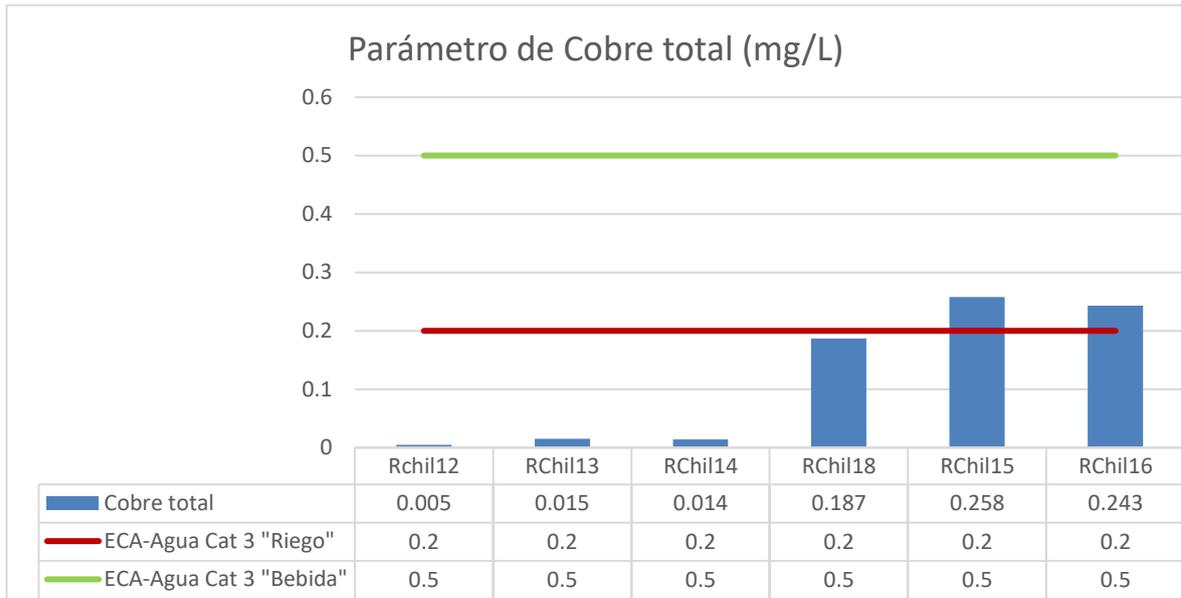


Figura 9 Parámetro excedente de Cobre total

En la Figura 9, el parámetro de Cobre total presenta un excedente solo en dos puntos, RChil15 y RChil16, estas estaciones son ubicadas en la parte baja de la cuenca, tal contaminación de este parámetro se estima que es por las actividades industriales no formales en la cuenca baja del río, ya que, generalmente, la presencia de cobre en el agua se debe por la actividad industrial o por la actividad minera.

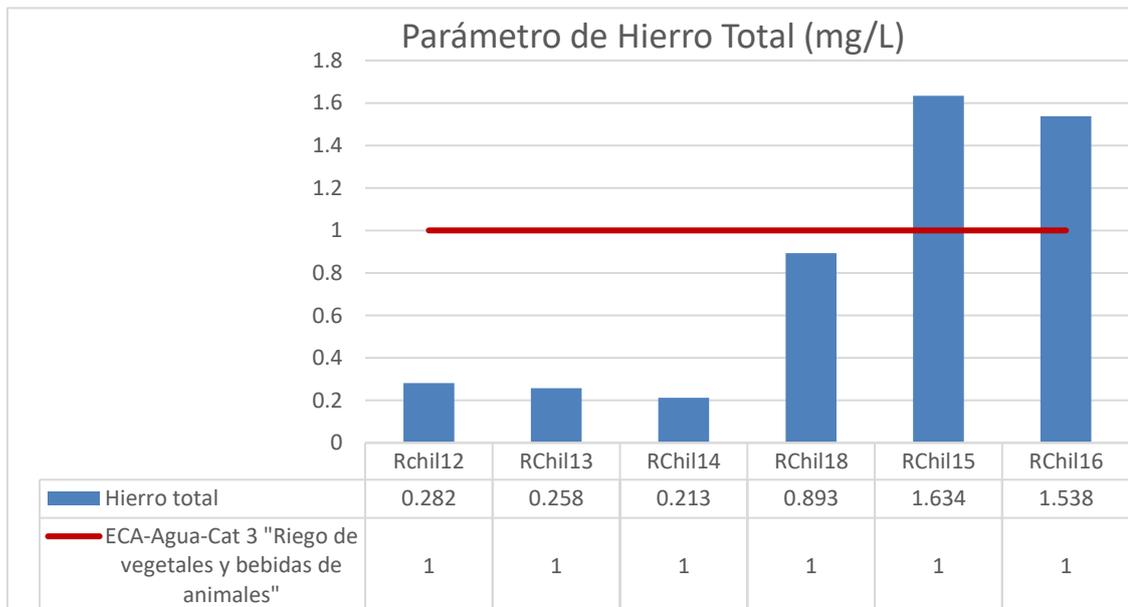


Figura 10 Parámetro excedente de Hierro total

En la Figura 10, el parámetro de Hierro total presenta excedente en mínima cantidad en el punto RChil15 y RChil16, siendo estos puntos ubicados en la parte baja de la cuenca, aproximándose a la desembocadura, en estas estaciones se evidencia la alta concurrencia de actividades antropogénicas, por ello se determina que el parámetro de Hierro contamina debido a los vertimientos de aguas residuales domésticas como industriales.

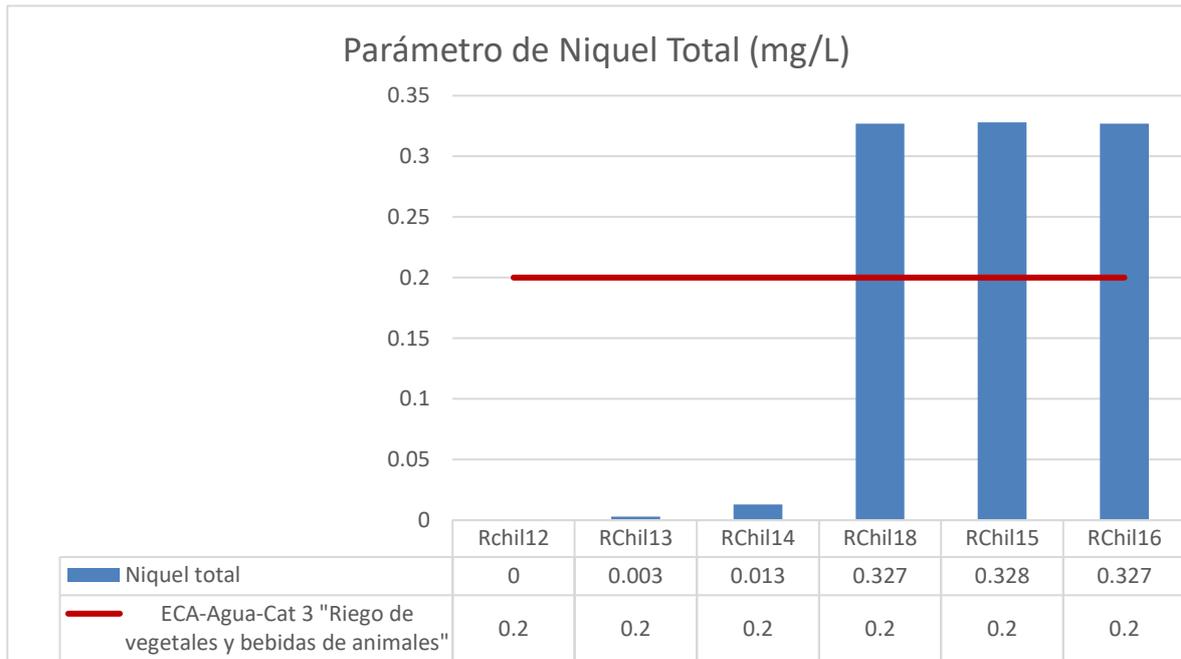


Figura 11 Parámetro excedente de Níquel total.

En la Figura 11, el parámetro de Níquel presenta contaminación en mínima cantidad en tres puntos, RChil18, RChil15 y RChil16, los cuales se encuentran en la parte baja de la cuenca, esta contaminación por níquel se evidencia debido a las actividades antropogénicas del sector industrial no formal en la mayoría junto al vertimiento de aguas residuales domésticas y a la descomposición de residuos sólidos.

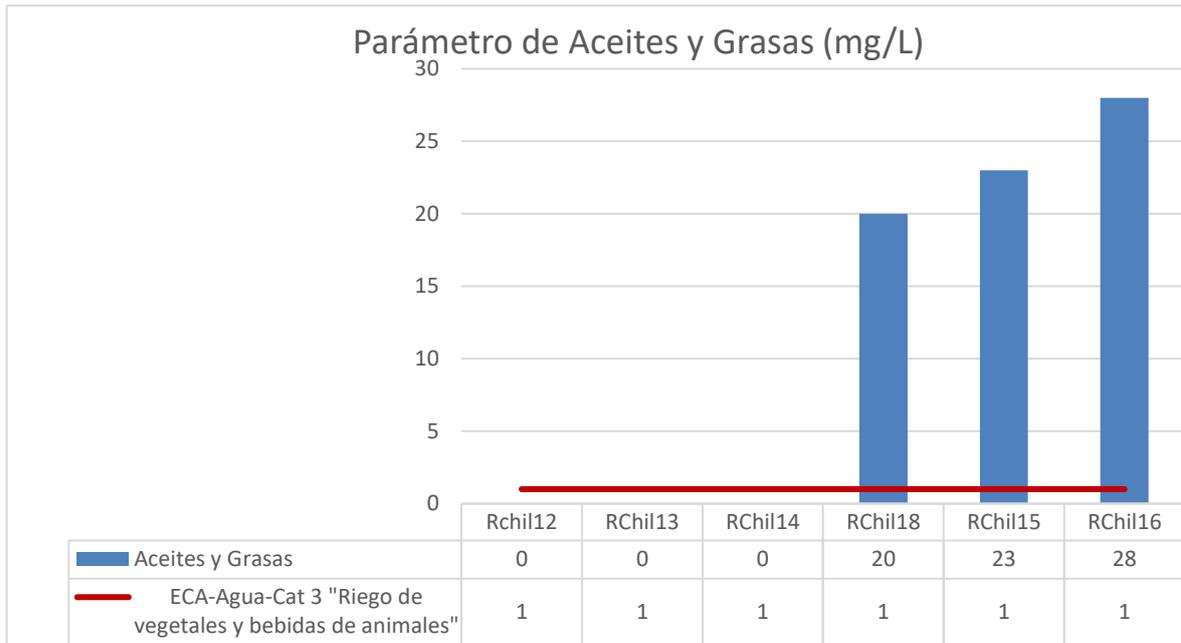


Figura 12 Parámetro excedente de Aceites y Grasas.

En la Figura 12, el parámetro de Aceites y Grasas presentan excedentes en 3 puntos de monitoreo en gran cantidad, siendo la estación RChil18, RChil15 y RChil16, considerando que aguas arriba del punto RChil18 se encuentra la descarga de agua de la PTAR Puente Piedra, se determina que la contaminación por este parámetro se debe por la influencia de la descarga de esta planta como también la concurrencia del parque automotor como peatonal en gran incidencia mediante sus actividades y los vertimientos de agua residual doméstica son los principales actores a generar alteraciones al cuerpo hídrico.

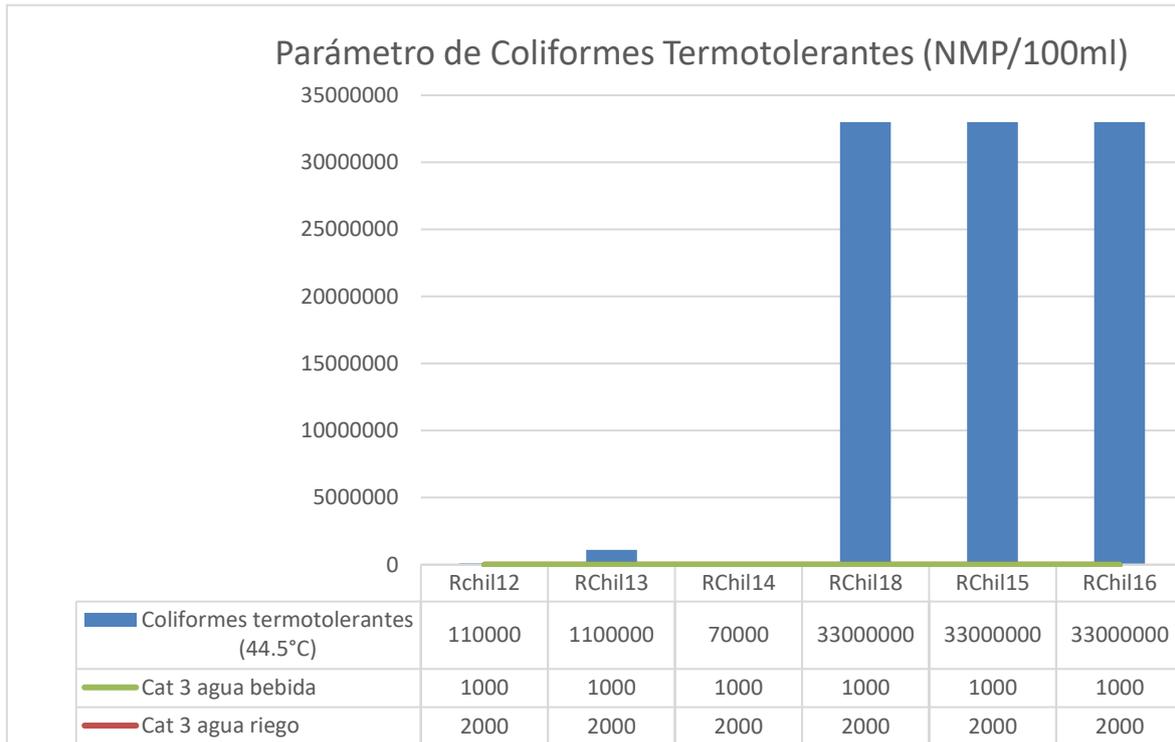


Figura 13 Parámetro de Coliformes Termotolerantes

En la Ilustración 13, el parámetro de Coliformes Termotolerantes es el que excede en todos los puntos comparados con la categoría 3 tanto para riego como para bebida de animales, esta contaminación excesiva se determina debido al alto grado de vertimiento de aguas residuales domésticas, ya que estas tienen alta carga microbiológica, por la materia orgánica, como también los botaderos de residuos sólidos en las riberas del río, considerando que aguas arriba del punto RChil18 se encuentra las descargas de la PTAR Puente Piedra, la cual está vinculada a la causa que este parámetro exceda en gran incidencia el cuerpo hídrico, siendo el principal parámetros contaminante a lo largo de la cuenca.

3.1.2 Parámetros que exceden

Posterior a los resultados arrojados por el laboratorio ENVIROLAB S.A.C sobre el monitoreo participativo realizado en el 2016 por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), se determina que la cuenca del río Chillón presenta en su mayoría contaminación en la

cuenca baja, siendo el mismo exceso en 3 puntos de la cuenca baja del río, acercándose a la desembocadura. En la siguiente tabla se reflejan los parámetros y las estaciones de monitoreo donde se ha presenciado contaminación y exceso con respecto a la normativa de los Estándares de Calidad Ambiental de aguas D.S N°002-2008-MINAM, respetando la categorización de cuerpos hídricos de la cuenca (Tabla 8).

Tabla 8

Puntos de monitoreo donde han excedido los parámetros del Estándar de Calidad Ambiental para Agua

N°	Código	Descripción	Categoría	Parámetros que exceden la normativa (Estándares de Calidad Ambiental para agua D.S N° 002-2008-MINAM)
Cuenca del Río Chillón				
1	RChil3	Río Chillón, aproximado 100 m aguas arriba del puente camino a Obrajillo	Cat 1-A2	Coliformes termotolerantes (44.5°C)
2	RChil12	Río Chillón, puente peatonal aguas arriba de la intersección con la Av. Panamericana Norte	Cat 3	Coliformes termotolerantes (44.5°C) y Sulfatos
3	RChil13	Río Chillón, puente Chillón- Panamericana Norte	Cat 3	Coliformes termotolerantes (44.5°C) y Sulfatos
4	RChil14	Río Chillón, aproximado 100 m aguas arriba de la toma de captación de agua de la comisión de regantes Chuquitanta	Cat 3	Coliformes termotolerantes (44,5°C), Sulfatos y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)
5	RChil18	Río Chillón, aproximado 100 m aguas debajo de vertimiento municipal de la PTAR Puente Piedra de SEDAPAL	Cat 3	Coliformes termotolerantes (44,5°C), Aceites y Grasas, Níquel total, Hierro total, Cobre total, Sulfatos, Fostatos, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno
6	RChil15	Río Chillón 700 m aproximado aguas arriba del puente Néstor Gambeta	Cat 3	Coliformes termotolerantes (44,5°C), Aceites y Grasas, Níquel total, Hierro total, Cobre total, Sulfatos, Fostatos, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno

7	RChil16	Desembocadura del río Chillón a la playa Márquez, después de enrocado	Cat 3	Coliformes termotolerantes (44,5°C), Aceites y Grasas, Níquel total, Hierro total, Cobre total, Sulfatos, Fosfatos, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno
---	---------	---	-------	--

Nota: Estaciones de Monitoreo donde contienen parámetros que exceden el Estándar de Calidad Ambiental para Agua.

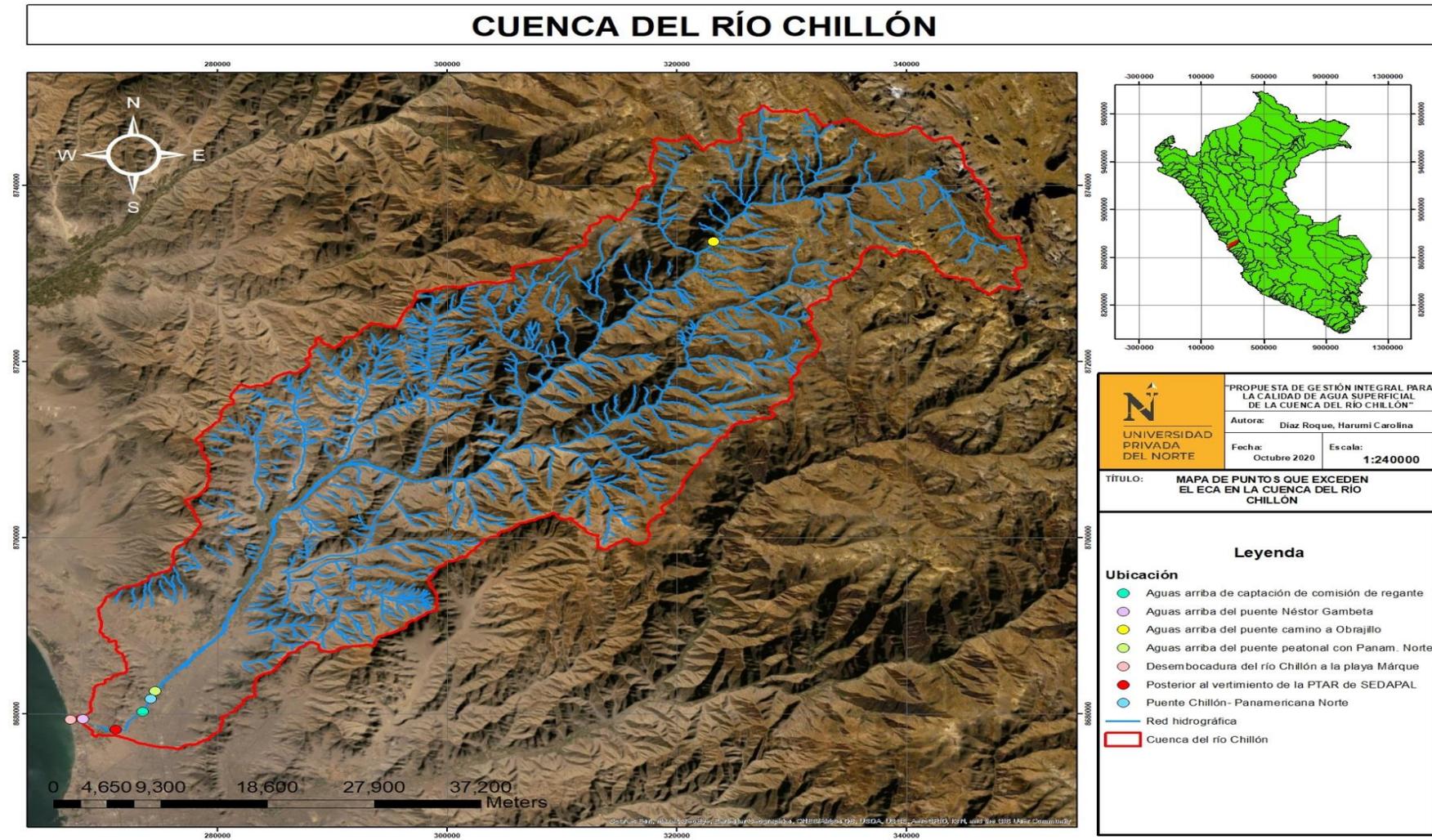


Figura 14 Mapa donde se muestran los puntos que exceden el ECA agua.

3.2 Fuentes contaminantes

Las fuentes contaminantes identificadas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en el informe técnico N° 002-2016-ANA-AAA.CF/SDGCRH, en el cual se desarrolló el monitoreo participativo a lo largo de la Cuenca del río Chillón, se determinaron 88 fuentes contaminantes. Entre ellas tenemos:

- ✓ Vertimiento de aguas residuales domésticas
- ✓ Vertimiento de aguas residuales municipales
- ✓ Tuberías conectadas al cauce en la cuenca
- ✓ Botaderos de residuos sólidos domésticos
- ✓ Botaderos de residuos sólidos de construcción
- ✓ Fuentes contaminantes por infiltración indirecta identificadas en la cuenca del río Chillón.

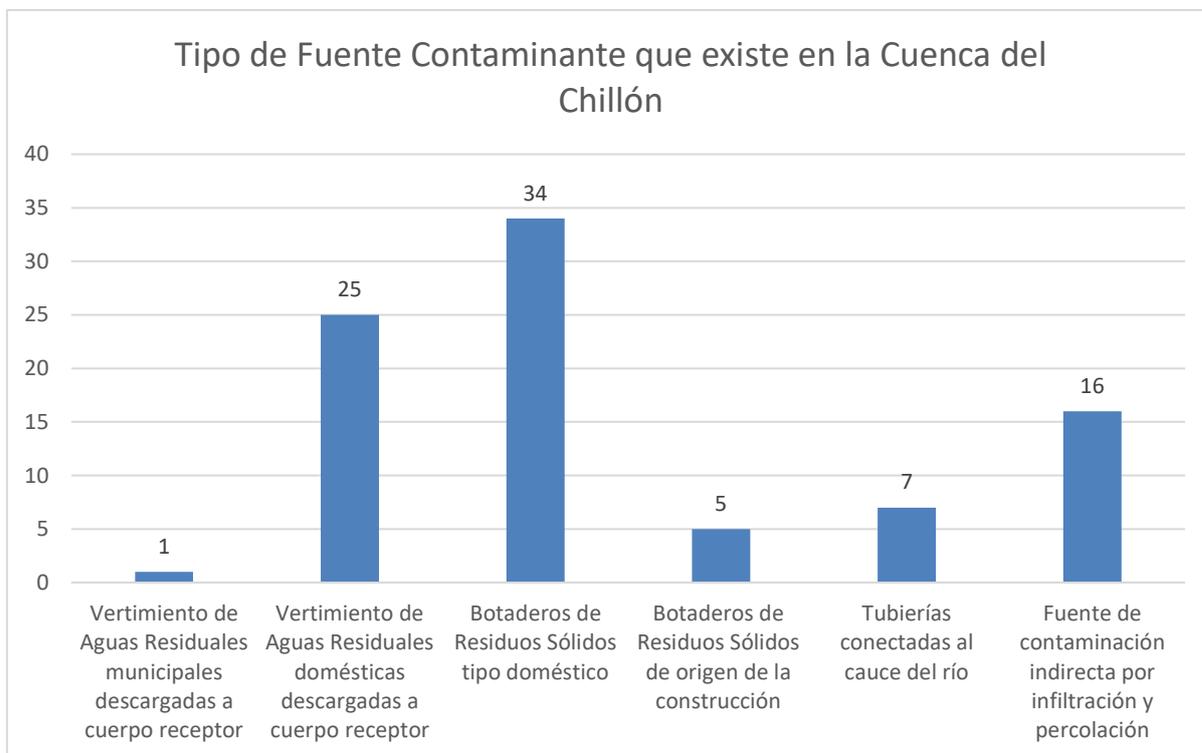


Figura 15 Tipos de fuente de contaminación en la Cuenca del Río Chillón

Estas fuentes contaminantes en mayoría son generadas por la actividad de la población. Siendo los botaderos de residuos sólidos domésticos los que tienen mayor grado de participación con respecto a la contaminación en la cuenca, estando en segundo lugar los vertimientos de agua residual doméstica. Para mayor detalle se expresa en Anexos la información detallada de las 88 fuentes contaminantes identificadas hasta el 2016 en la cuenca del río Chillón.

3.3 Relación del marco normativo de recursos hídricos y las competencias institucionales en calidad de agua.

Para la cuenca del Río Chillón, se tiene a la Autoridad Nacional del Agua, como ente rector de recursos hídricos según lo dispuesto en la Ley de Recursos Hídricos N°29338, lo cual, tiene competencia en el manejo y control del agua a través del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, quienes, a su vez, lo conforman diversas instituciones del estado que están comprometidos con la gestión de calidad de las aguas según su ámbito normativo, como por ejemplo son: Ministerio de Ambiente, Ministerio de Producción, Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Salud como también los Gobiernos locales, regionales y Organizaciones privadas.

La Autoridad Nacional del Agua (ANA), acciona mediante el nexo de la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) Cañete – Fortaleza; así mismo tiene intervención a través de, la Autoridad Local del Agua (ALA) y el Consejo de Cuencas Chillón, Rímac, Lurín. (CHIRILU) quienes tienen un papel importante dentro del manejo de la cuenca, junto con entidades públicas y privadas formando una organización con el fin de realizar la toma de decisiones y acciones en el propio marco de la cuenca del río Chillón. Puede verse a mayor detalle las competencias de cada entidad en la tabla 9.

Tabla 9

Competencias de las entidades que intervienen en la gestión de la calidad de aguas.

COMPETENCIAS EN GESTIÓN DE CALIDAD DE AGUA (CUENCAS)			
Ministerio de Agricultura y Riego	Sistema Nacional De Gestión De Recursos Hídricos	Ley N° 29338	Intervienen con el Estado, dirigiendo los procesos de la gestión integrada alcanzando el desarrollo sostenible, como, la conservación, la eficiencia y el incremento de los recursos hídricos velando por el cumplimiento los Estándares de Calidad.
	Autoridades Administrativas del Agua Administraciones Locales del Agua	D.S N° 018-2017-MINAGRI	Encargado de los estudios que son base técnica para la elaboración de los Planes de Gestión de Recursos Hídricos en las diversas cuencas.
Ministerio del Ambiente	Consejos de Recursos Hídricos en la Cuenca	Ley N° 30157	Brindar apoyo en su ámbito a la Autoridad Administrativa del Agua para el funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos. Formar con la AAA el Plan de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca en relación con la política y normativa ambiental en competencia del recurso hídrico.
	Dirección General de Estrategias sobre los Recursos Naturales Dirección General de Cambio Climático y Desertificación	D.S N° 002-2017-MINAM	Se parte de la creación de normas en el ámbito ecosistémico, como los recursos naturales, cambio climático, desertificación sequía y otras que se encuentran dentro del ámbito de su competencia. Dirigir la elaboración de los instrumentos nacionales para la adaptación frente a los cambios con potencial de daño al ambiente, como el cambio climático, desertificación incluyendo los ecosistemas, cuencas, medios para habitar y poblaciones, en coordinación con las entidades competentes.

<p>Ministerio de la Producción</p>	<p>Dirección General de Ordenamiento Territorial Ambiental Dirección General de Calidad Ambiental</p>		<p>Asistir técnicamente para la gestión y manejo de las zonas marino costeras y de los recursos naturales, dentro de su ámbito de competencia, en coordinación con las entidades competentes.</p>
	<p>Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos Dirección General de Educación, Ciudadanía e Información Ambiental</p>		<p>Dirigir y realizar el seguimiento de la creación y cumplimiento de los instrumentos de planificación y prevención, con el enfoque del manejo y reúso de efluentes líquidos, cuidado del aire, ruido, suelo y radiaciones no ionizantes, relacionándose con la elaboración de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) respectivos, en el ámbito y coordinación dentro de su competencia, Estimular y sensibilizar a las entidades públicas y privadas, municipales y no municipales, a que sean parte de la cooperación para reducir la generación y peligrosidad de los residuos sólidos, logrando así la valorización y manejo adecuado de estos. Planificar e implementar los instrumentos y metodologías con el fin de que estas acciones se ejecuten formando, la educación y ciudadanía ambiental, en coordinación con las entidades competentes en el sector público y privado.</p>
	<p>Dirección General de Asuntos Ambientales de Pesquería</p>	<p>D.S N° 010 - 2006 - PRODUCE</p>	<p>Supervisar las acciones de mitigación de los impactos ambientales que se evidencian sobre los ecosistemas acuáticos con el objetivo de velar la calidad de la biodiversidad.</p>

Ministerio de Energía y Minas	Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria	D.S N° 031-2007 - MINEM	Planificar y establecer normativas que se encuentren dentro del alcance nacional enfocadas a promover la sostenibilidad de las actividades del subsector industria; supervisando el cumplimiento y la evaluación del impacto.
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros	D.S N° 010-2014- VIVIENDA	Regir la evaluación de los estudios ambientales que se encuentran dentro del Sector Energía, evaluando las denuncias por trasgresión de la normatividad ambiental y aplicar las medidas preventivas y correctivas respectivas para el control o mitigación de los impactos. Fomentar áreas de conservación y medidas de remediación ambiental minera, siendo parte del procedimiento de la información respecto a las acciones de conservación y protección del ambiente en el ámbito minero.
	Dirección General de Asuntos Ambientales Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental Dirección de Gestión Ambiental	R.M N° 096-2012- VIVIENDA	Realizar el seguimiento de la ejecución del control ambiental del sector, aplicando sanciones administrativas y/o medidas correctivas que se encuentren dentro del ámbito ambiental. Promover la aprobación de los estudios ambientales que se encuentran incluidos dentro de los proyectos de inversión en relación al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), otorgando la certificación ambiental a quienes corresponda. Ser el principal actor de la difusión y concientización de la información ambiental enfocada al monitoreo de efluentes de las PTAR, manejo de residuos sólidos, transgresores ambientales y otros dentro de la competencia. Ser participe en la coordinación con los gobiernos regionales y locales como también entidades públicas y privadas, las medidas aplicadas para la ejecución de programas y proyectos de agua y saneamiento para la población rural en carácter nacional.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones	Programa Nacional de Saneamiento Urbano	R.M N° 231-2012- VIVIENDA	Responsable de asistir efectivamente las necesidades que evidencian la población urbana en relación al saneamiento urbano desarrollando proyectos de inversión, y así, colaborando con la sostenibilidad de los servicios de saneamiento para la población urbana que se encuentre dentro del ámbito nacional.
	Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS)	D.S N° 017-2014- VIVIENDA	Asistir y cooperar con las EPS en la elaboración y ejecución del Plan Eficiente de Recursos Hídricos, adaptación al cambio climático y gestión de riesgos de desastres.
	Dirección General de Asuntos Ambientales Dirección de Gestión Social	D.S N° 021-2007-MTC	Supervisar la ejecución de los componentes socio-ambientales que se encuentren considerados dentro de los proyectos de infraestructura de transportes en todas sus etapas.
	Dirección de Gestión Ambiental		Ser parte de la formulación, supervisión y fiscalización del cumplimiento de los instrumentos y términos de referencia para elaboración de estudios de impacto ambiental, guías técnicas y otros documentos técnico normativos relacionado con aspectos socio-ambientales para la ejecución de estudios y obras en proyectos del Subsector Transportes.
			Supervisar, homologar, autorizar y fiscalizar el cumplimiento de programas y planes de manejo de los estudios de impacto social y ambiental, así como de otros instrumentos de gestión ambiental aprobados por el Subsector.

Ministerio de Salud	Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria	D.S N° 008-2017-MINSA	Encargado de la supervisión y fiscalización en el aspecto técnico y normativo de los factores de riesgos físicos, químicos y biológicos externos a la persona en relación a salud ambiental la cual comprende: calidad de agua en todas sus categorizaciones.
Gobiernos locales	Ley Orgánica de Municipalidades	Ley N° 27972	Ser parte de la elaboración de los planes de gestión de recursos hídricos de las cuencas, participando en los Consejos de Cuenca, aplicando acciones de control y vigilancia para garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos.
Gobiernos regionales	Ley Orgánica de Gobiernos Regionales	Ley N° 27867	
Foro Peruano para el Agua	AQUAFONDO	https://aquafondo.org.pe/	Suscitar la aplicación de los principios de la gestión integrada de los recursos hídricos e impulsar el uso sostenible de este en el Perú.
El Instituto de Promoción para la Gestión del Agua (IPROGA)	IPROGA	https://www.iproga.org.pe/	Promover propuestas ejecutables en relación a política pública, tomando acciones para la mejor gestión del recurso hídrico.

Nota: Competencias en gestión del agua de las entidades públicas y privadas que se encuentran dentro del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos.

3.4 Propuesta de estrategias para la gestión integral de la cuenca

Para la presente investigación, posterior a determinar el estado de la calidad de agua superficial en la cuenca del río Chillón. Se plantean estrategias, con el fin de lograr una mejora de las condiciones del agua superficial de la cuenca a corto y largo plazo.

Mediante el Plan Nacional de Recursos Hídricos y la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, planteamos desde un panorama general a una visión detallada los programas y las medidas que se disponen como solución ante la problemática, en este caso, la contaminación y el deterioro de la calidad de la cuenca del río Chillón.

El Plan Nacional de Recursos Hídricos establece 5 políticas las cuales son base para la gestión de los recursos hídricos, siendo estas, desarrolladas mediante estrategias y programas planteadas y evaluadas en la presente investigación con enfoque a la mejora de la cuenca del Río Chillón, siendo reflejadas a continuación.

3.4.1 Gestión de cantidad

En esta política se busca mediante estrategias mejorar la eficiencia del uso del agua como la gestión de su demanda, como también se basa en lograr una mejor noción de los recursos del cuerpo hídrico preservando y aumentando su calidad.

Entre las medidas de mejora se establecen los siguientes programas: Control y medición de la demanda; Mejoramiento de los sistemas de conducción y distribución del agua; Incremento de la regulación superficial de los recursos hídricos y de la transferencia de recursos entre cuencas y el reúso de aguas residuales.

Para la cuenca del río Chillón, mediante estos lineamientos se puede proponer las siguientes estrategias para la gestión de la calidad de agua superficial:

- ✓ Realizar evaluaciones a lo largo de la cuenca para determinar la disponibilidad hídrica y brindar información sobre estos estudios, para no

tener discordancias con respecto al otorgamiento de derechos de uso de agua y así no generar un estrés hídrico en la cuenca.

- ✓ Realizar un control y una supervisión de la demanda por parte de los gobiernos locales y regionales sobre el uso del agua superficial debido a que a lo largo de la cuenca se evidencia los diferentes usos que se le da al recurso, por ende, mediante esta evaluación no se generan pérdidas y el agua es distribuida equitativamente para todos los sectores.
- ✓ Fomentar el control del uso de agua de los actores que cuentan con licencia de uso mediante incentivos beneficiosos a la empresa y/o industria por parte de la entidad nacional reguladora, estos incentivos pueden ser direccionados positivamente a la empresa salvaguardando su economía.
- ✓ Incentivar la formalización de las empresas que utilizan el recurso hídrico para el desarrollo de sus actividades, las cuales generan posteriormente un vertimiento de aguas residuales a la cuenca del río Chillón, siendo no identificados por la autoridad, generando así un desequilibrio tanto en la demanda como en la disponibilidad hídrica de la propia cuenca.
- ✓ Evaluar el estado estructural y operacional de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales a lo largo de la cuenca del río Chillón, ya que, estas plantas al fallar en su funcionamiento o su infraestructura impactan a la calidad del cuerpo hídrico.
- ✓ Aplicar supervisiones con respecto a la calidad de las PTAR a lo largo de la cuenca e implementar su debido mantenimiento temporal para lograr un óptimo funcionamiento de estas.
- ✓ Involucrar y comprometer la intervención y participación del Consejo de Cuenca CHIRILU – Chillón, Rímac, Lurín, con el objetivo de que se logren

las coordinaciones interinstitucionales que forman parte del consejo para la toma de decisiones en la gestión de la cuenca, velando por su demanda y estado de calidad de agua.

3.4.2 Gestión de calidad

En esta política se busca mediante estrategias nacionales una mejora de las nociones sobre la calidad de agua en el Perú como también se basa en mejorar y ampliar la cobertura de los servicios de saneamiento. Implementando como medidas de mejora, los programas de: Mejora del conocimiento de la calidad de las aguas superficiales; Supervisión y fiscalización de vertimiento de aguas residuales, Regulación de buenas prácticas en el uso del agua; Aumento de la cobertura de agua potable y Aumento de la cobertura de alcantarillado.

Para la cuenca del río Chillón, a partir de los lineamientos establecidos, se proponen las siguientes estrategias para la gestión de la calidad de agua en la cuenca:

- ✓ Realizar una actualización de red de monitoreo, ya que, con el pasar de los años la distribución del cuerpo hídrico para diversos usos aumenta y esto genera más vertimientos y contaminación, por ende, esta actualización favorece a tener conocimiento sobre las condiciones en las que se encuentra la cuenca.
- ✓ Realizar convenios con agencias internacionales, para poder llevar a cabo evaluaciones, diagnóstico y monitoreos participativos de manera mensual junto con las entidades nacionales encargadas a lo largo de la cuenca del río Chillón, que actualicen información sobre el estado actual de la calidad de agua superficial de la cuenca.
- ✓ Realizar supervisiones por las entidades fiscalizadoras nacionales, regionales y locales en la cuenca para identificar y controlar que los vertimientos con o

sin tratamiento o con un deficiente tratamiento generados, cumplan con la normativa vigente, en este caso, los Estándares de Calidad Ambiental para agua en el cuerpo receptor y lo Límites Máximos Permisibles en efluentes.

- ✓ Fomentar por parte de las entidades nacionales, como los gobiernos regionales y locales, la aplicación de las buenas prácticas sobre el control y uso adecuado del recurso hídrico en la cuenca del río Chillón a la población y a las empresas que desarrollan sus actividades a lo largo de la cuenca.
- ✓ Cumplir con el compromiso de mantener una red de alcantarillado a lo largo de la cuenca del río Chillón, ya que, la contaminación presenciada en la cuenca es causada en mayoría por los vertimientos de agua residual doméstica.
- ✓ Cumplir con el mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable ubicada en la cuenca del río Chillón, debido a que, su eficiencia debe ser óptima para el abastecimiento de agua potable saludable a la población.

3.4.3 Gestión de oportunidad

Esta política se basa en plantear la implementación de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos y el Desarrollo de riego y saneamiento en zonas de pobreza, mediante la aplicación de programas como el Fortalecimiento institucional de la GIRH, Fortalecimiento de la GIRH y la aplicación de esta gestión en cuencas transfronterizas.

- ✓ La Gestión Integral de Recursos Hídricos se plantea en la presente política, la cual se desarrolla en la presente investigación respetando el carácter normativo, social y ambiental con el fin de lograr una mejora en la calidad del agua superficial de la cuenca del río Chillón, aplicando así su sostenibilidad. Al ser aprobada y establecida la presente propuesta de

Gestión, junto a las entidades nacionales vinculantes, a largo plazo se solicitará el seguimiento, refuerzo y el fortalecimiento tanto administrativo, económico e institucional para mantener el equilibrio del estado óptimo de la cuenca.

- ✓ Realizar una integración entre las entidades que se encuentran dentro del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, quienes intervienen según su ámbito de competencias dentro de la cuenca para poder tener una coordinación de funciones y acciones, logrando así poder planificar, ejecutar y verificar proyectos junto con acciones, un eficiente control y manejo de los recursos hídricos dentro de la cuenca del Chillón.
- ✓ Crear y mantener vigente la participación del Consejo de Recursos Hídricos de la cuenca del río Chillón, para brindar opiniones técnicas, presenciar estudios realizados en la cuenca, realizar supervisiones e intervenciones ante futuros proyectos en la cuenca, con el fin de saber la posición de la sociedad.

3.4.4 Gestión de la cultura del agua

Esta política busca mediante estrategias lograr una Coordinación institucional y gobernanza hídrica y Educación ambiental y la cultura del agua mediante la aplicación de programas como la Consolidación de la Gestión Integral de Recursos Hídricos, Consolidación para una cultura del agua y la Comunicación, difusión y sensibilización de los actores de la GIRH.

Según lo establecido en la presente política, se establecen las siguientes estrategias para la gestión de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Chillón:

- ✓ Fomentar a los gobiernos regionales y locales el poder aplicar o desarrollar un manejo y/o gestión del agua en la cuenca de manera óptima, mediante técnicas y programas con el fin de beneficiar a la cuenca socioeconómicamente, logrando un desarrollo sostenible.

- ✓ Brindar nociones de conocimiento a la población por parte de las autoridades competentes sobre la gestión y manejo adecuado del recurso hídrico, control, conservación y recuperación como también informar sobre las ventajas o incentivos a la sociedad al generar este cuidado a la calidad de agua superficial de la cuenca del río Chillón.
- ✓ Fomentar la participación de la población como de las empresas y/o industrias mediante incentivos a un correcto manejo y uso de los recursos hídricos de la cuenca y el aprovechamiento regulado de este.
- ✓ Crear campañas de sensibilización por parte de los gobiernos regionales y locales, a la población como también a las instituciones públicas y privadas con respecto al tema del cuidado del agua, contaminación y la gestión del recurso hídrico de la cuenca de río Chillón.
- ✓ Crear talleres dinámicos por parte de los gobiernos competentes con el fin de difundir conocimientos sobre el adecuado manejo de la calidad de agua superficial, mediante coordinaciones con las demás autoridades que participan en la gestión del recurso hídrico de la cuenca del río Chillón.
- ✓ Difundir la información sobre los talleres y/o campañas a realizar mediante medios de comunicación, como folletos, cuñas radiales y comerciales televisivos.
- ✓ Cumplir con el compromiso de vincular la opinión de la población o de las juntas de usuarios, mediante mesas de diálogo o reuniones coordinadas o charlas participativas para tener en cuenta la visión de ellos con respecto a la situación, escenario que sucede en la cuenca o proyecto a realizar con el fin de crear acuerdos, promover su cooperación y así evitar conflictos sociales.

- ✓ Formar una relación entre los Gobiernos Locales que se encuentran dentro de la jurisdicción en la cuenca del Chillón con el Ministerio del Ambiente y las Direcciones Generales del Ministerio de Educación con el fin que se pueda planificar y ejecutar un plan anual de capacitaciones dirigida hacia los habitantes y los actores que intervienen en la cuenca, de manera que se incremente la educación ambiental y se refleje el cambio en las acciones de la población sensibilizada, siendo un resultado efectivo a partir de esta integración de funciones en las entidades que presentan competencias dentro de la gestión y la educación ambiental.

3.4.5 Adaptación al cambio climático y eventos extremos

Esta política busca mediante estrategias una Adaptación al cambio climático y una Gestión del riesgo por eventos extremos con la aplicación de programas como la Mejora de las nociones sobre los efectos del cambio climático, Medidas de adaptación al cambio climático, Gestión de riesgos de inundación, huacos y deslizamientos como también las Actuaciones en situación de alerta por sequías.

A partir de la política, se presentan las siguientes estrategias para la gestión de la calidad de agua superficial en la cuenca del río Chillón:

- ✓ Actualizar los estudios meteorológicos e hidrometeorológicos de las entidades nacionales a lo largo de la cuenca del río Chillón, con el fin de saber el estado actual de las condiciones climáticas que se presentan en la cuenca actualmente.
- ✓ Fomentar la investigación científica del fenómeno del Cambio Climático, sus efectos y consecuencias por parte de las autoridades competentes y de las instituciones privadas o públicas.

- ✓ Brindar conocimientos y/o nociones sobre el cambio climático y sus efectos por parte de las entidades competentes hacia la población y a las empresas que operan a lo largo de la cuenca de río Chillón.
- ✓ Proponer e implementar medidas de adaptación al cambio climático por parte de los gobiernos y fomentar tal compromiso a las empresas que operan a lo largo de la cuenca del río Chillón, para generar una contribución positiva mitigando los efectos del cambio climático.
- ✓ Implementar técnicas y medidas para la gestión de riesgos por parte de las autoridades, como planes de contingencia ante inundaciones, huaycos o deslizamientos, ya que la cuenca del río Chillón es vulnerable a estos sucesos.
- ✓ Implementar medidas o acciones ante los escenarios de sequías que se presente en la cuenca del río Chillón por ocurrencia de un fenómeno climático que afecte directamente el recurso hídrico.
- ✓ Involucrar a las entidades que presenten competencia en Educación Ambiental y comprometer la participación de la Dirección General de Cambio Climático y Desertificación que se encuentra dentro del reglamento de organización y funciones del Ministerio del Ambiente con el fin de que se realice una sensibilización para mayor conocimiento. una toma de medidas y acciones ante la presente gestión de adaptación al cambio climático y eventos extremos.

3.4.6 Gestión de Residuos Sólidos

A partir de la identificación de gran cantidad de botaderos de residuos sólidos en la Cuenca del Chillón, se determina plantear una solución, por ende, para crear una gestión de residuos sólidos en la cuenca del Chillón, se inicia a partir de la línea base, que es Ley N° 27314 “Ley General de Residuos Sólidos”, guiándonos de los

lineamientos de la ley, siendo estos, herramientas que ayudará a lograr un adecuado manejo de residuos sólidos a lo largo de su extensión. Tomando como guía los lineamientos, las siguientes estrategias son:

- ✓ Fomentar en los gobiernos sectoriales que se encuentran dentro del ámbito de la cuenca, la acción de minimización de residuos sólidos hacia la sociedad, mediante técnicas de caracterización y reducción de volumen de generación.
- ✓ Reforzar el sistema de educación con respecto a la valoración de los residuos sólidos tanto a sector de nivel básico, superior y técnico a instituciones privadas como públicas para lograr una buena gestión.
- ✓ Establecer en los gobiernos sectoriales y municipales un sistema donde se vean comprometidos con el manejo integral de residuos sólidos adecuados, cumpliendo desde la generación hasta la disposición final tanto en rellenos sanitarios de la jurisdicción como en lugares autorizados para residuos municipales como no municipales.
- ✓ Promover e incentivar a la población, a las entidades públicas y privadas a aplicar la acción de reaprovechamiento de residuos sólidos mediante técnicas de reciclaje o reutilización.
- ✓ Fomentar el apoyo por parte de las entidades competentes la formalización de recicladores, quienes son cooperadores respecto al manejo de residuos sólidos.
- ✓ A partir de los gobiernos sectoriales y municipales, aplicar técnicas, medidas y herramientas que contribuyan a la mitigación respecto a la contaminación de residuos sólidos.

- ✓ Implementar un sistema de información, donde se difunda acciones sobre el manejo adecuado de los residuos y su disposición final para que no terminen a las riberas de la cuenca.
- ✓ Crear un sistema de vigilancia por parte de los gobiernos competentes, con el fin de supervisar e inspeccionar el incumplimiento del manejo de residuos, identificando posibles impactos negativos respecto a la contaminación de estos.
- ✓ Incluir por parte de los gobiernos sectoriales y municipales la participación de la sociedad civil para la toma de decisiones ante proyectos, programas o planes propuestos para el manejo de residuos sólidos en la cuenca del Chillón.

Cumpliendo tales propuestas se lograr aplicar y adaptar el Plan Nacional de Gestión de Residuos Sólidos. El cual, es aquel instrumento direccionado a la ejecución y el cumplimiento de lo establecido en el plan con respecto a la gestión integral de residuos sólidos en los 3 gobiernos con sus competencias y funciones correspondientes. En este caso, se implementa y se lleva a cabo el plan en los gobiernos sectoriales y municipales, los sectores públicos, privados y a los poblados que se encuentren y habiten dentro del ámbito de la cuenca del Chillón.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

La presente investigación permitió Determinar una Gestión Integral Estratégica para la recuperación de la Calidad de las Aguas Superficiales de la cuenca del Río Chillón, analizando diferentes factores que nos permitió conocer el estado actual en el que se encuentra la Cuenca. Donde informes técnicos de monitoreos participativos realizados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) a lo largo de toda la extensión de la cuenca del río Chillón, permitieron identificar y plantear estrategias para que se ejecute una gestión integral. Así como Barrientos (2011) la identificación de estudios especializados en la cuenca, desarrollo de diagnósticos y comparativas con normativas y documentos de entidades nacionales, permiten la identificación de lineamientos para poder plantear la mejora de la calidad del recurso hídrico dentro de una gestión estratégica según las competencias de las entidades involucradas tanto públicas como privadas.

Según el objetivo general, el cual es, Determinar una Gestión Integral Estratégica para la recuperación de la Calidad de las Aguas Superficiales de la cuenca del Río Chillón, el resultado obtenido, se basa en un análisis al área de estudio, informar sobre el estado del agua superficial como también plantear soluciones de recuperación y conservación teniendo un correcto manejo y gestión de la cuenca del Chillón, datos que son comparados con lo planteado por Manco & Paucar (2015) quienes en su investigación propusieron un conjunto de estrategias integrales con alcance sostenible en el cual se aproveche el recurso hídrico de manera adecuada y consciente, satisfaciendo las necesidades de la población en el ámbito de la Unidad Hidrográfica Santa Eulalia, por ello, con estos resultados se evidencian similitudes con la presente investigación, ya que se busca lograr un adecuado aprovechamiento y uso respecto al uso del cuerpo hídrico superficial.

Respecto al primer objetivo específico, el cual es, Analizar la situación actual de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Chillón, se llegó al resultado donde se refleja el estado de la calidad superficial del cuerpo hídrico mediante análisis ante la normativa de los Estándares de Calidad Ambiental para agua D.S. N° 002 – 2008 – MINAM, lo cual, los datos que se obtuvieron en la presente investigación fueron comparados con los resultados encontrados que por Mena (2013) quien evidenció que el estero de Valencia no presenta excedentes o contaminación con respecto a parámetros fisicoquímicos como pH y Conductividad, cumpliendo con la normativa ecuatoriana escogida para la investigación llamada “Criterios para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías, cálidas y en aguas marinas y de estuario”, teniendo una pequeña alteración del parámetro de Oxígeno Disuelto, lo cual no evidencia un estado de calidad del recurso hídrico de carácter adecuado. Con estos resultados se puede inferir con la presente investigación, en primer lugar, porque presentan normativas diferentes, como también, que en la cuenca del Chillón si se presenta contaminación con gran incidencia en la cuenca baja, excediendo en mayoría, los parámetros microbiológicos de Coliformes Termotolerantes y fisicoquímicos como Aceites y Grasas, Sulfatos, Fosfatos, DBO5 y DQO.

En el segundo objetivo específico se evidencia que se debe Determinar las fuentes contaminantes de la cuenca del Río Chillón. Lo cual se obtuvo mediante la información presente en el informe técnico del monitoreo participativo a la cuenca del río Chillón 2016 por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), que sus principales fuentes son el vertimiento de las aguas residuales domésticas y los botaderos de residuos sólidos, los cuales deterioran la calidad de agua superficial del río Chillón. Gómez & Paucar (2015) identificaron en su estudio que el río en evaluación se encuentra con contaminación en parámetros microbiológicos debido a la influencia

que tienen las fuentes contaminantes en el río Santa Eulalia, como descargas de aguas residuales domésticas y municipales que provienen de las poblaciones aledañas, siendo estos datos comparados con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua, se determina en qué estado se encuentra el cuerpo hídrico superficial, encontrando así una similitud con la presente investigación.

En el tercer objetivo específico se señala que se debe Establecer la relación del marco normativo de recursos hídricos y las competencias institucionales respecto a la calidad de aguas, siendo los resultados obtenidos abalados por la normativa ambiental vigente como el Plan Nacional de Recursos Hídricos como también la Ley General de Residuos Sólidos, siendo estas herramientas una base y sustento para la propuesta planteada en la presente investigación. Datos que, al compararlos, se encontró a Vilca (2017) quien, en su propuesta de gestión en la cuenca del río Cabanillas, se basó también de la normativa peruana, encontrando similitud con respecto al cumplimiento de los lineamientos establecidos de gestión de calidad, cantidad, de oportunidad, cultura del agua y de adaptación al cambio climático y eventos extremos.

El cuarto objetivo específico señala que se debe establecer los lineamientos para una gestión integral estratégica para la recuperación de la calidad del agua superficial de la cuenca del Río Chillón. El cual, se obtuvo el resultado de la formulación del conjunto de propuestas de estrategias de gestión integral, según las problemáticas identificadas en la presente investigación, datos que al ser comparados, tienen afinidad con lo establecido por Vega (2011) quien propuso estrategias según el uso de agua con respecto a los diversos sectores que la aprovechan, indicando que la gestión de la cuenca del río Botello debe ser liderado en primera instancia por los gobiernos ya que ellos pueden garantizar un mejor uso de este recurso logrando una

sostenibilidad. Con este resultado, se identifica una similitud con la presente investigación, ya que, en las estrategias propuestas se fomenta que los gobiernos sean los responsables en incentivar e iniciar una correcta gestión del recurso hídrico.

A partir de los resultados obtenidos, se cumple la hipótesis general de que la realización de la propuesta de gestión integral estratégica mejorará la calidad de agua superficial en la cuenca del río Chillón, teniendo un enfoque en el cual se basa en la intervención e involucramiento de las entidades competentes tanto públicas como privadas, logrando así una sinergia entre actores que desarrollen funciones para una mejora en la recuperación, conservación y preservación del recurso hídrico superficial de la cuenca del río Chillón. Así como Vega (2011) menciona que una gestión integral de la cuenca debe ser liderada en primera instancia por las entidades sectoriales, ya que, ellas son las primeras involucradas en direccionar su uso alcanzando así, una optimización del recurso hídrico superficial de manera concientizada para lograr una sostenibilidad.

En lo que respecta a las hipótesis específicas, se demuestra su validez al demostrar que las actividades socioeconómicas tienen una relación con las fuentes contaminantes a lo largo de la cuenca del río Chillón, ya que estas al ser compradas con la normativa nacional, nos evidencia una conclusión referente a la calidad de agua superficial que contiene la cuenca. Tanto las estrategias analizadas para la gestión integral, servirán como una propuesta para la reducción de los impactos negativos que se encuentran a lo largo de la cuenca y aportarán de manera positiva, concientizando, sensibilizando y brindando nociones a la sociedad para un correcto uso de las aguas superficiales de la cuenca del río Chillón. Según Manco & Paucar (2015) la identificación de las actividades socioeconómicas es un paso importante en el desarrollo de una gestión integral, ya que evidencia cuales de estas actúan como

fuentes contaminantes en toda la extensión de la cuenca y cómo influye su contaminación en su estado de calidad que al ser comparado con las normativas nacionales nos brinda un resultado de cómo del estado en el que se encuentra la cuenca. Tal como Vilca (2017) evidencia en su investigación que la propuesta de gestión en base a los ejes según los lineamientos del Plan Nacional de Recursos Hídricos ayudará a alcanzar una sostenibilidad en relación al cuerpo hídrico de la cuenca.

Para evidenciar el estado de la calidad del agua superficial en la cuenca del Chillón se usó el monitoreo participativo publicado como informe técnico N° 002-2016-ANA-AAA.CF/SDGCRH, lo cual, se rigieron a partir de la normativa ambiental anterior, es decir el Decreto Supremo N° 002 – 2008 – MINAM, evidenciando en el capítulo 3 del presente, los parámetros escogidos a analizar y también los que exceden dentro de la cuenca por motivos de contaminación, en mayoría microbiológicos y fisicoquímicos. Siendo estos resultados arrojados por el monitoreo, se pasa a comparar con la normativa ambiental vigente, es decir; el Estándar de Calidad Ambiental para Agua D.S N° 004 – 2017 – MINAM; con el fin de reflejar si existen modificaciones para la categoría 1 – A2 y categoría 3 que corresponden al uso el cual caracteriza a la cuenca del Chillón.

En la Tabla 8 se evidencia que anteriormente en el ECA 2008, la categoría 3 se dividía en riego de vegetales (tallo alto y bajo) y bebida de animales, sin embargo, en el ECA 2017 se modificó a Categoría 3, riesgo de vegetales (restringido y no restringido) y bebida de animales. Como también, respecto a los parámetros escogidos que han sido analizados, en la tabla se puede visualizar los límites que han sido modificados, retirados o agregados y algunos que no aplican dentro de la categoría, es decir:

Los parámetros de Temperatura y de Cromo, no se encontraron en la normativa anterior, aunque, en el Estándar de Calidad Ambiental para agua 2017 si fueron agregados. Por otro lado, Calcio, Sodio, Sulfuros y Fosfatos, si se encontraban en el 2008, sin embargo, en el 2017, fueron descartados.

Con respecto al parámetro de Conductividad Eléctrica se evidencia que hubo modificaciones en la categoría 3 – Riego de vegetales, el cual, presenta un cambio en su rango cambiando de 2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ a 2500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ actualmente, sin embargo, el rango de la subcategoría Bebida de animales se mantiene intacta. El parámetro de Selenio tuvo el mismo rango con respecto a la normativa anterior, empero, con la actualización, fue modificado en la subcategoría de Riego de vegetales a 0.02 mg/L.

Respecto al parámetro de Sulfatos, la normativa vigente presentó modificaciones, cambiando a 1000 mg/L para ambas subcategorías de la categoría 3, al igual que el parámetro de Nitratos, presentando ahora un valor de 100 mg/L.

El parámetro de Magnesio presentó un valor de 150 mg/L en el Estándar de Calidad Ambiental anterior para ambas subcategorías, sin embargo, para el actual Estándar solo se consideró este parámetro para la subcategoría de bebida de animales, siendo modificada a 250 mg/L.

Boro, presenta solo una variación entre ambas normativas solo en la subcategoría de Riego de Vegetales, cambiando de (0.5 – 6) mg/L a 1 mg/L. Al igual que Níquel, su valor ha sido modificado en la subcategoría de Bebida de animales a 1 mg/L con respecto a la presente normativa.

El parámetro de Hierro presenta modificaciones debido a que en la normativa anterior para las ambas subcategorías se le otorga un valor de 1 mg/L, siendo para la normativa actual un valor de 5 mg/L solo para la subcategoría de Riego de Vegetales.

Cadmio si presenta variaciones en ambas subcategorías cambiando a un valor de 0.01 mg/L en Riego de Vegetales y 0.05 mg/L en Bebidas de animales en relación al actual Estándar de Calidad Ambiental para agua. Por otro lado, respecto a Aceites y Grasas, se le otorgó un valor a cada subcategoría siendo 5 mg/L para Riego de Vegetales y 10 mg/L para Bebida de Animales en el D.S N° 004 – 2017 – MINAM.

El parámetro de Coliformes Termotolerantes se modificó solo a 1000 NMP/100 ml para ambas subcategorías en el actual Estándar de Calidad Ambiental

Sólidos Totales en Suspensión ha sido exonerado de la Categoría 3, siendo reemplazado por el parámetro de Sólidos Totales Disueltos, por ende, no tiene rango de valor. Sin embargo, si ha sido analizado por el monitoreo participativo de la ANA 2016.

Con respecto a los parámetros de Cianuro Libre, Estroncio, Estaño, Molibdeno, Potasio, Silicio y Vanadio, estos, no se encuentra en ambos Estándares de Calidad Ambiental, por ende, no se visualiza el rango de valor para el parámetro, aunque si se ha analizado por el monitoreo.

Finalmente, los parámetros de Potencial Hidrógeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Bario, Berilio, Litio, Aluminio, Cobre, Manganeso, Plomo y Zinc, mantienen el mismo rango de valor para ambos Estándares.

Tabla 10

Comparación de la categoría 3 de los Estándares de Calidad Ambiental anterior y vigente

Estándar de Calidad Ambiental	Unidad	CAT 3 D.S N° 004 - 2017 - MINAM	CAT 3 D.S N° 002 - 2008 - MINAM
Parámetros			
pH	Unidad de pH	6.5-8.4 (bebida) 6.5-8.5 (riego)	6.5-8.4 (bebida) 6.5-8.5 (riego)
Temperatura	Celsius	Δ 3	-

Conductividad Eléctrica	µs/cm	Riego (2500) bebida (5000)	Riego (2000) bebida (5000)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mgO2/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO2/L	40	40
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	-	-
Bario	mg/L	Riego (0.7)	Riego (0.7)
Berilio	mg/L	0.1	Bebida (0.1)
Calcio	mg/L	-	Riego (200)
Cianuro Libre	mg/L	-	-
Litio	mg/L	2.5	2.5
Magnesio	mg/L	Bebida (250)	150
Selenio	mg/L	Riego (0.02) y bebida (0.05)	0.05
Sodio	mg/L	-	Riego (200)
Sulfatos	mg/L	1000	Riego (300) bebida (500)
Sulfuros	mg/L	-	0.05
Fosfatos	mg P/L	-	Riego (1)
Nitratos	mg N/L	100	Riego (10) bebida (50)
Aluminio total	mg/L	5	5
Boro total	mg/L	Riego (1) bebida (5)	Riego (0.5-6) bebida (5)
Cadmio total	mg/L	Riego (0.01) bebida (0.05)	Riego (0.005) bebida (0.01)
Cobre total	mg/L	Riego (0.2) bebida (0.5)	Riego (0.2) y bebida (0.5)
Cromo total	mg/L	Riego (0.1) y bebida (1)	-
Estaño total	mg/L	-	-
Estroncio total	mg/L	-	-
Hierro total	mg/L	Riego (5)	1
Manganeso total	mg/L	0.2	0.2
Molibdeno total	mg/L	-	-
Níquel total	mg/L	Riego (0.2) bebida (1)	0.2
Plomo total	mg/L	0.05	0.05
Potasio	mg/L	-	-
Silicio	mg/L	-	-
Vanadio total	mg/L	-	-
Zinc total	mg/L	Riego (2) y bebida (24)	Riego (2) y bebida (24)
Aceites y Grasas	mg/L	Riego (5) bebida (10)	1

Coliformes termotolerantes (44.5°C)	NMP/100ml	Riego y bebida (1000)	Riego de tallo bajo y bebida (1000) riego tallo alto (2000)
--	-----------	-----------------------	---

Nota: Comparación del Estándar de Calidad Ambiental para agua Cat 3 de la versión anterior con la versión vigente.

En la Tabla 10 presentamos la normativa anterior del Estándar de Calidad Ambiental D.S N° 002 – 2008 – MINAM y la actual normativa, el D.S N° 004 – 2017 – MINAM, donde la categoría 1 se divide en subcategoría A “Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable” y B “Aguas superficiales destinadas a la recreación” siendo ambas, divididas en 3 ítems. En la presente investigación se tomó los valores de la Categoría 1 – A2, la cual corresponde a “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional” y con respecto a los parámetros escogidos que han sido analizados, en la tabla se puede visualizar los valores que han sido modificados, retirados o agregados y algunos que no aplican dentro de la categoría, es decir:

Los parámetros de Temperatura y Sulfatos, no se tomaron en cuenta en la normativa del 2008, sin embargo, en el 2017 si fueron considerados, otorgándoles un valor. Por otro lado, Nitrógeno amoniacal, si se encontraban en el 2008, aunque para el 2017 fue descartado tal parámetro.

Los Sólidos Totales en Suspensión no fueron considerado para ambas normativas, siendo reemplazado por el parámetro de Sólidos Totales Disueltos para esta categoría al igual que la anterior. No cuenta con rango de valor. Sin embargo, si ha sido analizado por el monitoreo participativo del 2016.

Los parámetros de Bario, Nitratos, Aluminio y Boro total, fueron modificados, aumentando el valor del rango establecido para el Estándar de Calidad Ambiental para agua D.S N° 004 – 2017 – MINAM en relación con la antigua normativa.

Con respecto a los parámetros de Calcio, Litio, Magnesio, Potasio, Sodio, Estaño, Estroncio, Molibdeno y Silicio, estos, no se han considerado en ambos Estándares de Calidad Ambiental, por ende, no se visualiza el rango de valor para el parámetro, cabe resaltar que si se han analizado por el monitoreo.

Los parámetros de pH, Oxígeno Disuelto, Conductividad eléctrica, Fósforo, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeso, Plomo y Zinc total como los Coliformes termotolerantes no han presentado modificaciones con respecto a ambas normativas.

Tabla 11

Comparación de la categoría 1 – A2 de los Estándares de Calidad Ambiental anterior y vigente

ECA N° 004-2017- MINAM Parámetros	Unidad	CAT 1-A2 D.S N° 004 - 2017 - MINAM	CAT 1 - A2 D.S N° 002 - 2008 - MINAM
Oxígeno Disuelto	mgO2/L	≥ 5	≥ 5
pH	Unidad de pH	5.5 - 9.0	5.5-9.0
Temperatura	Celsius	Δ 3	-
Conductividad Eléctrica	μS/cm	1600	1600
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	-	-
Bario	mg/L	1	0.7
Calcio	mg/L	-	-
Litio	mg/L	-	-
Magnesio	mg/L	-	-
Sodio	mg/L	-	-
Sulfatos	mg/L	500	-
Fósforo total	mg/L	0.15	0.15
Nitrógeno amoniacal	mg N/L	-	2
Nitratos	mg/L	50	10
Aluminio total	mg/L	5	0.2
Boro total	mg/L	2.4	0.5
Cobre total	mg/L	2	2
Cromo total	mg/L	0.05	0.05
Estaño total	mg/L	-	-
Estroncio total	mg/L	-	-
Hierro total	mg/L	1	1
Manganeso total	mg/L	0.4	0.4
Molibdeno total	mg/L	-	-
Plomo total	mg/L	0.05	0.05
Potasio	mg/L	-	-
Silicio	mg/L	-	-

Zinc total	mg/L	5	5
Coliformes termotolerantes (44.5°C)	NMP/100ml	2000	2000

Nota: Comparación del Estándar de Calidad Ambiental Cat 1-A2 para agua de la versión anterior con la versión vigente.

Por otro lado, en la presente investigación se encontró la limitación de que no se encontraron estudios actuales sobre la calidad de agua superficial de la cuenca del Chillón, es decir, no se han evidenciado monitoreos participativos como también análisis que reflejen el estado actual o reciente de la cuenca, teniendo el último informe técnico N° 002 – 2016 – ANA – AA.CF/ SDGCRH, el cual, señala el resultado del último monitoreo participativo de la calidad de agua de la cuenca del río Chillón realizado en noviembre y diciembre del 2015. Siendo este estudio llevado a cabo hace aproximadamente 5 años, la limitación se presenta a partir que las entidades nacionales, regionales como locales competentes no han elaborado más análisis a la cuenca del Chillón, siendo esta, una de las cuencas importantes para la distribución de agua según su uso en el departamento de Lima.

También, se identificó una limitación muy importante, el cual brinda un mejor entendimiento al enfoque y sentido de la presente investigación. Esta limitación ocurre a partir de la llegada del virus COVID – 19 al país, el cual ha arrasado con millones de vidas humanas mundialmente, debido a que esta pandemia comenzó en Perú a partir de marzo del 2020, se tuvo impedimento de realizar la etapa de campo, es decir, el monitoreo por cuenta propia al recurso hídrico superficial de la cuenca del Chillón y su análisis de parámetros posteriormente.

La implicancia encontrada en la presente investigación se basa en la evidencia del estado de la calidad de agua superficial en la, cuenca del río Chillón la cual, se plantea la propuesta de gestión integral, lo cual engloba a las estrategias planteadas,

basándose en 6 políticas enfocadas a la ejecución y cumplimiento de un adecuado manejo y control del recurso hídrico superficial de la cuenca, con respecto a los diversos usos que le dan los sectores que se encuentran dentro del ámbito de la cuenca, esto se emplea, mediante técnicas, mecanismos y herramientas partiendo desde las autoridades competentes hasta la sociedad civil. Siendo esta propuesta de gestión integral una innovación ambiental, por las razones, que no se han encontrado ideas similares aplicadas a la cuenca del Chillón específicamente, siendo estas estrategias avaladas por el Plan Nacional de Recursos Hídricos y la Ley General de Residuos Sólidos, alcanzando así una recuperación de la calidad y conservación de la cuenca, logrando también un desarrollo sostenible.

4.2 Conclusiones

Los resultados encontrados en la presente tesis, enfocada a la cuenca del río Chillón, cumplen con los objetivos planteados, tanto principal como específicos, siendo evidenciados y demostrados a lo largo de su desarrollo, los cuales, se llegaron a las siguientes conclusiones que se muestran en las siguientes líneas:

Se identificó en la cuenca del río Chillón la problemática que trata sobre un inadecuado uso y manejo del recurso hídrico, siendo desaprovechado y contaminado por la población que se abastece este cuerpo hídrico, generando, un factor degenerativo, teniendo un total de 88 fuentes contaminantes, entre ellos los mayores causantes de esta alteración, los botaderos de residuos sólidos y el vertimiento de aguas residuales domésticas, por ello, en la presente investigación, se planteó la propuesta para la elaboración de una gestión integral de la calidad de agua superficial en la cuenca del río Chillón, para lograr la conservación y recuperación de la cuenca, teniendo un manejo y uso de carácter consciente.

Se realizó el cálculo del Índice de Calidad de Agua de la cuenca del río Chillón, guiándonos de los monitoreos participativos llevados a cabo por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en el rango de los años 2012 hasta el 2015, donde los resultados arrojaron que dentro de toda la extensión de la cuenca varía su estado de calidad de agua superficial, siendo la parte alta la que presenta un estado “Excelente” y “Bueno” desde la estación de monitoreo Rchil1 hasta la estación Rchil10, siendo este recurso hídrico apto para poder ser direccionado y consumido por los diversos usos que le dan dentro de su ámbito. Sin embargo, desde la cuenca media baja hasta la desembocadura, presenta un estado de calidad de agua “Regular”, “Malo” y “Pésimo” desde la estación de monitoreo Rchil11 hasta la estación Rchil16 respectivamente, donde se evidencia que es un peligro para el ecosistema acuático y terrestre como también, potencial daño para la salud de la población.

Se consiguió la información sobre el estado de la calidad de agua superficial en la cuenca del río Chillón, donde se tomaron muestras de parámetros fisicoquímicos, orgánicos, nutrientes, metales y metaloides, inorgánicos y microbiológicos en 17 estaciones de monitoreo, realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en el año 2016, siendo analizados y comparados con la normativa del D.S N° 002 – 2008 – MINAM el cual responde al Estándar de Calidad Ambiental para agua, el cual arrojó la data de que la cuenca del río Chillón presenta alteración en la estación Rchil3 correspondiente a la cuenca alta, por el parámetro de coliformes termotolerantes y en la cuenca baja presenta un impacto negativo significativo en las estaciones Rchil12, Rchil13, Rchil14, Rchil15, Rchil16 y Rchil18 de los parámetros fisicoquímicos, inorgánicos, metales y metaloides como también microbiológicos, logrando determinar que la calidad de agua superficial del río Chillón se ve afectada por alto grado de contaminación en la cuenca baja.

En la presente tesis se propuso un conjunto de estrategias de gestión con el fin de ejecutarlo y lograr un correcto manejo del recurso hídrico de la cuenca, a partir de medidas, acciones, lineamientos, principios, políticas, normativas, entre otros. Para poder alcanzar mediante estas herramientas un desarrollo sostenible de la cuenca y así tener una correcta distribución, abastecimiento y aprovechamiento del recurso hídrico sin alterar su oferta hídrica ni afectar a futuras generaciones.

Dentro de la investigación también se logró identificar según la ley de Recursos Hídricos N° 29338 y relacionar las competencias de las entidades tanto públicas como privadas que se encuentran dentro del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, presentando estas, funciones en el ámbito de su marco normativo, quienes están comprometidos e involucrados con el cuidado, conservación, manejo y control de la calidad de aguas en toda la jurisdicción de la cuenca del río Chillón.

La propuesta de gestión integral para la cuenca del río Chillón, se basó y es abalada por la normativa vigente nacional competente al sector para su respectiva aplicación, mediante el Plan Nacional de Recursos Hídricos D.S N°013-2015-MINAGRI, el cual consta del cumplimiento de 5 políticas de gestión, siendo: Calidad, Cantidad, Cultura del agua, Oportunidad y Adaptación al Cambio Climático y Eventos Extremos, como también, la gestión de RRSS mediante la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314.

BIBLIOGRAFÍA

- AFD. (2018). *América Latina del Agua y los problemas*. Obtenido de Agence Française de Développement: <https://www.afd.fr/es/actualites/america-latina-del-agua-y-los-problemas>
- ANA. (2012). *El Cuidado del Agua es Una Necesidad Nacional*. Obtenido de Autoridad Nacional del Agua : <https://www.ana.gob.pe/noticia/el-cuidado-del-agua-es-una-necesidad-nacional>
- ANA. (2013). *Informe técnico de resultados del segundo monitoreo participativo de la calidad del agua en la cuenca del río Chillón*. Obtenido de Autoridad Nacional del Agua: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2767>
- ANA (2013). *Plan Nacional de Recursos Hídricos*. Obtenido de Autoridad Nacional del Agua: <https://www.ana.gob.pe/portal/gestion-del-conocimiento-girh/plan-nacional-de-recursos-hidricos>
- ANA. (2016). *Informe técnico de resultados del monitoreo participativo de la calidad de agua en la cuenca del río Chillón*. Obtenido de Autoridad Nacional del Agua: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2191>
- ANA. (2017). *La cultura del Agua* . Obtenido de Autoridad Nacional del Agua : <http://culturadelagua.ana.gob.pe/index.php/que-es-cultura-del-agua/>
- ANA. (2019). *Gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca y cultura del agua*. Obtenido de Autoridad Nacional del Agua: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4302>
- Arango, Á. (2013). Crisis Mundial del agua. *Produccion + Limpia*, 8 (2), 7-8.
- Arrieta, Y., Moreno, M. & Steffanell, I. (2015). La gestión Ambiental de la Cuenca del río Magdalena desde un enfoque socialmente responsable. *Revista Amauta*, 13(26), 193-218.

- Barrientos, J. (2011). *Modelo de gestión integrada de recursos hídricos de las cuencas de los ríos de Moquegua y Tambo* (Tesis de licenciatura). Universidad de Piura, Perú.
- Chura, C. (2013). *Gestión del recurso hídrico y la producción agrícola en la microcuenca del río Sorani- Azángaro-Puno* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Altiplano, Perú.
- CMNUCC. (1992). *Convención Marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático*.
Recuperado de: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Conagua. (2010). *Estadísticas del agua en México*. *Recuperado de:*
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2010-16Junio2010.pdf>
- Defensoria del Pueblo. (2015) *Conflictos sociales y recursos hídricos*. *Recuperado de:*
<https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/IA-Conflictos-por-Recursos-Hidricos.pdf>.
- FAO. (2017). *Escasez de agua Uno de los mayores retos de nuestro tiempo*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura:
<http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/880888/>
- Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Revista Química Viva*, 11(3), 147-170.
- Fuster, R. . (2013). *El Estado de la gestión integrada de los recursos hídricos en Chile: estudio de casos en la cuenca del Río Limarí* (Tesis de licenciatura). Universitat Autònoma de Barcelona, España.
- García, M., Carvajal, Y. & Jiménez, H. (2007). La gestión de recursos hídricos en un escenario de escasez hídrica como consecuencia del cambio climático. *Revista de Ingeniería y Competitividad*, 9(1), 19-29.
- García, Y. (2014). Estrategia de gestión ambiental para el desarrollo sostenible en la cuenca

del río Naranjo, provincia Las Tunas. *Revista Centro Agrícola*, 41(4), 45-50.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*.

Recuperado de: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Manco, R., & Paucar, J. (2015). *Propuesta de estrategias para la gestión integrada de los recursos hídricos en la unidad hidrográfica Santa Eulalia* (Tesis de licenciatura). Univerisidad Agraria La Molina, Perú.

Mena, Marco. (2013). *Propuesta de Plan de Manejo para la recuperación del estero Valencia, provincia Los Ríos, año 2012* (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.

MINAM (2008). Estándar de Calidad Ambiental para agua. Obtenido de Ministerio de Ambiente: <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-002-2008-minam/>

MINAM (2017). Estándar de Calidad Ambiental para agua. Obtenido de Ministerio de Ambiente: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Ricce, G., & Robles, K. (2014). *Evaluación de la disponibilidad de recursos hídricos superficiales y estrategias de gestión sostenible en la microcuenca Río Negro – Satipo* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.

SERMARNAT. (2013). *Cuencas hidrográficas: fundamentos y perspectivas para su manejo*

- y *gestión*. Recuperado de:
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001596.pdf>
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación sexta edición*. Recuperado de:
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- SINIA (2000). *Ley General de Residuos Sólidos*. Obtenido de Sistema Nacional de Información Ambiental: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos#:~:text=La%20Ley%2027314%20se%20aplica,sociales%20y%20de%20la%20poblaci%C3%B3n>.
- Tejeda, J. (2017). *Análisis de recursos hídricos de la subcuenca del río Shullcas para la gestión en Huancayo- Junín* (Tesis de licenciatura). Universidad Peruana Los Andes, Perú.
- Useros, J. (2012). El cambio climático: Sus causas y efectos medioambientales. *Revista Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 50(1), 71-98.
- Vásquez & Valdez (1994). *Impacto Ambiental*. Recuperado de:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13501/IMPACTO%20AMBIENTAL.pdf?sequence=1>
- Vega, E. (2011). *Propuesta para promover el manejo eficiente del recurso hídrico en la microcuenca alta del Río Botello en el Municipio de Facatativá, desde el marco de la gestión integral del agua* (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Javeriana, Colombia.

Vilca, M. (2017). *La gestión del agua de riego en la cuenca del rio Cabanillas, orientada a la política y estrategia nacional de recursos hídricos del Perú* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Altiplano, Perú.

ANEXOS

Anexo 1

Tabla 12

Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>1. Problema principal ¿Es posible determinar una Gestión Integral estratégica para lograr una eficiente recuperación de la calidad de aguas superficiales de la cuenca del Río Chillón?</p>	<p>1. Objetivo General Determinar una gestión integral estratégica para la recuperación de la calidad de aguas superficiales de la cuenca del Río Chillón.</p> <p>2. Objetivos Específicos</p> <p>a) Analizar la situación actual de la calidad de las aguas superficiales de la cuenca del Río Chillón.</p> <p>b) Determinar las fuentes contaminantes de la cuenca del río Chillón.</p> <p>c) Establecer la relación del marco normativo de recursos hídricos y las competencias institucionales respecto a la calidad de aguas superficiales de la cuenca.</p> <p>d) Establecer los lineamientos para una gestión integral estratégica de la cuenca del río Chillón.</p>	<p>1. Hipótesis General Se establecerá una propuesta para la gestión integral estratégica que mejorará la calidad de aguas superficiales de la cuenca del Río Chillón.</p> <p>2. Hipótesis específicas</p> <p>a) El análisis mostrará que las actividades socioeconómicas que actúan como fuentes contaminantes en la cuenca del río Chillón, afectan a la calidad de agua superficial del cuerpo hídrico.</p>	<p>1. Tipo de investigación De acuerdo al propósito de investigación, naturaleza del problema y objetivos formulados en el trabajo, el presente estudio reúne las condiciones para ser calificado como una investigación no experimental.</p> <p>2. Diseño de investigación La presente investigación tiene diseño de tipo descriptivo en primera instancia y luego analítico de acuerdo a la finalidad de esta.</p>

b) Los análisis de las estrategias de gestión integral servirán para la reducción del impacto negativo de la cuenca del río Chillón.

3. Población
La población de estudio será la información del estado actual correspondiente en la que se encuentra la cuenca del río Chillón.

c) Los lineamientos propuestos para la gestión integral aportarán nociones a la sociedad para una correcta recuperación y uso de las aguas superficiales de la cuenca del río Chillón.

4. Muestra
La muestra será la información respecto a las actividades socioeconómicas, fuentes contaminantes y normativa vigente correspondiente a la cuenca del río Chillón.

5. Técnicas e instrumentos de recolección
Revisiones bibliográficas, revisiones sistemáticas y revisión de archivos de entidades nacionales.

6. Análisis de datos
Será información respecto a las actividades socioeconómicas, las fuentes contaminantes y la normativa nacional vigente aplicada para asegurar la calidad del recurso hídrico en la cuenca del río Chillón

7. Formulación de estrategias para la gestión integral de recursos hídricos.
Realizar las propuestas de estrategias que tendrán como finalidad la recuperación de la calidad del recurso hídrico superficial de la cuenca del río Chillón

Nota: Matriz de consistencia donde se resume el contenido de la presente investigación según sus indicadores.

Anexo 2

Tabla 13

Cronograma de actividades

Actividades por realizar	Noveno Ciclo				Décimo Ciclo				
	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Registro de antecedentes									
Consulta a asesores, especialistas, etc.									
Recopilación de información bibliográfica									
Revisión sistemática									
Revisión de archivos de entidades nacionales									
Análisis de la información recolectada.									
Formulación de estrategias para la gestión integral de recursos hídricos.									
Redacción de tesis									
Revisión y corrección de tesis preliminar por asesoría									
Tesis preliminar									
Redacción del artículo científico									
Sustentación de tesis y producto en físico									

ANEXO 3

Tabla 14

Fuentes contaminantes de vertimiento de agua residual doméstica.

Código	Descripción	Caudal (l/s)	Regimen	Cuerpo Receptor	Margen	Coordenadas UTM (WGS84)		Altitud (m.s.n.m)	Responsable	Localidad	Distrito	Provincia	Identificada en el Informe Técnico N°011-2012-ANA-DGCRH/M ASS
						Este	Norte						
Vdar-1	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas , Localidad de Licahuasi	0.5	Continuo	Río Arahua y	Derecha	311 892	87111 83	1693	Municipalidad de Arahua y	Licahuasi	Arahua y	Canta	Nuevo
Vdla-1	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas , Localidad de Lachaqui, a través de una tubería 8"	0.5	Continuo	Río Tranca	Derecha	322 483	87224 98	3725	Municipalidad de Lachaqui	Lachaqui	Lachaqui	Canta	Nuevo

Vdca-1	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la PTAR de Paríamarca	0.5	Conti nuo	Quebra da Galgu eho	Derecha	322 420	87292 04	3370	Municipali dad de Canta	Paríama rca	Canta	Canta	Canta	Nuevo
VDCa-2	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la localidad de Canta	5	Conti nuo	Quebra da Huaytar a	Izquierd a	323 263	87321 55	2805	Municipali dad de Canta	Canta	Canta	Canta	Canta	Informe Técnico anterior VDmpc-1
VDCa-3	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la localidad de Canta	5	Conti nuo	Río Chillón	Izquierd a	322 572	87321 71	2802	Municipali dad de Canta	Canta	Canta	Canta	Canta	Informe Técnico anterior VDmpc-2
VDCa-4	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la localidad de Canta	35	Conti nuo	Quebra da s/n	Izquierd a	322 674	87315 17	2827	Municipali dad de Canta	Canta	Canta	Canta	Canta	Informe Técnico anterior VFmpc-2
VDCa-5	Vertimiento de Aguas	5	Conti nuo	Río Chillón	Izquierd a	322 976	87332 86	2700	Municipali dad de Canta	Obrajill o	Canta	Canta	Canta	Nuevo

VDca-6	Residuales domésticas localidad de Obrajillo, a través de una tubería 8" Vertimiento de Aguas Residuales domésticas localidad de Obrajillo a través de un canal de tierra	15	Contiuno	Río Chillón	Izquierda	323007	8733302	2705	Municipalidad de Canta	Obrajillo	Canta	Canta	Nuevo
VDhu-1	Residuales domésticas localidad de Cullhuay Vertimiento de Aguas Residuales domésticas localidad de Cullhuay	0.5	Contiuno	Río Chillón	Derecha	332931	8739058	3616	Municipalidad de Huaros	Cullhuay	Huaro	Canta	Informe Técnico anterior VDlc-1
VDcv sr-1	Residuales domésticas de la empresa Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la empresa	2	Contiuno	Río Arahua y	Izquierda	305060	8709780	1115	Municipalidad Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo

	Consortio Vial Santa Rosa												
VDsr-2	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la empresa Consortio Vial Santa Rosa	2	Continuo	Río Arahua y	Izquierda	305083	8709790	1121	Municipalidad Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo
VDsr-3	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la empresa Consortio Vial Santa Rosa	1	Continuo	Río Arahua y	Izquierda	305120	8709800	1099	Municipalidad Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo
VDsr q1	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la PTAR Hornillos a través de una tubería de 4"	8	Continuo	Río Chillón	Izquierda	295376	8707299	820	Municipalidad Santa Rosa de Quives	Hornillos	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo

VDsrq-2	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la PTAR Cocayalta a través de un canal de tierra	15	Continuo	Río Chillón	Izquierda	29173	8708332	737	Municipalidad Santa Rosa de Quives	Cocayalta	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo
VDsrq-3	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la PTAR Macas a través de una tubería 2" y 3"	2	Continuo	Río Chillón	Derecha	290176	8707646	693	Municipalidad Santa Rosa de Quives	Macas	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo
VDsrq-4	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la PTAR Zapan a través de un canal de tierra	1	Continuo	Río Chillón	Izquierda	288390	8705703	632	Municipalidad Santa Rosa de Quives	Zapan	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo
VDsrq-5	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la PTAR Huanchipuquio a través de un canal de tierra	1	Continuo	Río Chillón	Izquierda	287371	8704133	589	Municipalidad Santa Rosa de Quives	Huanchipuquio	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo

VDsrq-6	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la PTAR Valle Hermoso a través de un canal de tierra	1	Continuo	Río Chillón	Izquierda	286773	8703628	578	Municipalidad de Santa Rosa de Quives	Valle Hermoso	Santa Rosa de Quives	Cantón	Nuevo
VDsrq-7	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la PTAR Trapiche a través de una tubería de 4"	1	Continuo	Río Chillón	Derecha	2844962	8701954	527	Municipalidad de Santa Rosa de Quives	Trapiche	Santa Rosa de Quives	Cantón	Nuevo
VDsrq-8	Vertimiento de Aguas Residuales domésticas de la PTAR el Olivar a través de una tubería y canal de tierra	1	Continuo	Río Chillón	Derecha	284740	8701273	507	Municipalidad de Santa Rosa de Quives	El Olivar	Santa Rosa de Quives	Cantón	Nuevo
VDcar-1	Vertimiento de aguas residuales domésticas a través de un canal de tierra	0.5	Continuo	Río Chillón	Izquierda	284253	8698511	499	Municipalidad de Carabayllo	Chocas	Carabayllo	Cantón	Nuevo

VDcaa-1	Planta de Tratamiento de Agua Potable-Carabayllo	5	Continuo	Río Chillón	Izquierda	281348	8691804	312	Consorcio Agua Azul S.A-PTAP Chillón	-	Carabayllo	Canta	Nuevo
VDpp-1	Aguas residuales domésticas de viviendas y empresas dedicadas al procesamiento de plásticos, ubicados a lo largo de una acequia que descarga a través de un canal de tierra	20	Continuo	Río Chillón	Derecha	275151	8683539	159	Municipalidad de Puente Piedra	Alamos de Puente Piedra	Puente Piedra	Lima	Antes acogida al PAVE R
VDpp-2	Aguas residuales domésticas procedentes de viviendas descargadas a través de una tubería de 4"	1	Intermitente	Río Chillón	Derecha	275119	8683519	154	Municipalidad de Puente Piedra	Alamos de Puente Piedra	Puente Piedra	Lima	Nuevo
Vdco-1	Aguas residuales domésticas procedentes de viviendas descargadas a	0.5	Intermitente	Río Chillón	Izquierda	274339	8681993	129	Municipalidad distrital de Comas	-	Comas	Lima	Nuevo

través de una
tubería de 4"

VMpp-1	Descarga de aguas residuales de la PTAR Piedra de SEDAPAL S.A a través de un canal de concreto	de	22 0	Continuo	Río Chillón	Izquierda	270953	867813 4	68	SEDAPAL S.A	0	San Martín de Porres	Lima	Informe técnico anterior VIS-1
---------------	--	----	---------	----------	-------------	-----------	--------	-------------	----	-------------	---	----------------------	------	--------------------------------

Nota: Puntos de vertimientos de aguas residuales domésticas y municipales a lo largo de la jurisdicción de la cuenca del río Chillón.

ANEXO 4.

Tabla 15

Fuentes contaminantes tuberías conectadas a la cuenca del río Chillón

Código	Descripción	Tipo	Origen	Responsable	Distrito	Coordenadas UTM (WGS84)		Altitud (m.s.n.m)	Régimen	Cuerpo receptor	Margen	Provincia	Situación actual
						Este	Norte						
TPVCo-1	Aguas residuales domésticas descargadas a través de 4 tuberías de 4" proveniente de viviendas	Tubería	Viviendas	Municipalidad distrital de Comas	Comas	275152	8683471	140	Intermitente	Río Chillón	Izquierda	Lima	Conecta da al cauce del cuerpo receptor
TPVCo-2	Aguas residuales domésticas descargadas a través de una tubería de 4" proveniente	Tubería	Viviendas	Municipalidad distrital de Comas	Comas	274957	8683090	136	Intermitente	Río Chillón	Izquierda	Lima	Conecta da al cauce del cuerpo receptor

	e de viviendas												
TPVCo-3	Aguas residuales domésticas descargadas a través de una tubería de 4" proveniente de viviendas	Tubería	Viviendas	Municipalidad distrital de Comas	Comas	274949	8683058	135	Intermitente	Río Chillón	Izquierda	Lima	Conectada al cauce del cuerpo receptor
TPVCo-4	Aguas residuales domésticas descargadas a través de una tubería de 4" proveniente de viviendas	Tubería	Viviendas	Municipalidad distrital de Comas	Comas	274259	8681753	115	Intermitente	Río Chillón	Izquierda	Lima	Conectada al cauce del cuerpo receptor
TPVSM P-1	Aguas residuales domésticas descargadas a través	Tubería	Viviendas	Municipalidad de San Martín de Porres	San Martín de Porres	21880	8678180	65	Intermitente	Río Chillón	Izquierda	Lima	Conectada al cauce del cuerpo receptor

TPVVe-1	<p>de una tubería de 4" proveniente de viviendas</p> <p>Aguas residuales domésticas descargadas a través de una tubería de 4" proveniente de viviendas</p>	Tuberías	Viviendas	Municipalidad distrital de Ventanilla	Ventanilla	268483	8679315	30	Intermitente	Río Chillón	Derecha	Callao	Conectada al cauce del cuerpo receptor
TPVVe-2	<p>Aguas residuales domésticas descargadas a través de una tubería de 4" proveniente de viviendas</p>	Tuberías	Viviendas	Municipalidad distrital de Ventanilla	Ventanilla	268130	8679522	19	Intermitente	Río Chillón	Derecha	Callo	Conectada al cauce del cuerpo receptor

Nota: Puntos de vertimientos de aguas residuales por tuberías conectadas dentro de la jurisdicción de la cuenca del río Chillón.

ANEXO 5.
Tabla 16
Botaderos de residuos sólidos domésticos identificados en la cuenca del río Chillón

Código	Descripción	Caudal (l/s)	Cuerpo receptor	Margen	Coordenadas UTM (WGS84)		Altitud (m.s.n.m)	Responsable	Localidad	Distrito	Provincia	Identificada en el Informe Técnico N°011-2012-ANA-DGCRH/MAS S
					Este	Norte						
RSDar-1	(02) Botadero de Residuos Sólidos Domésticos en la localidad de Licahuasi	5	Río Arahua	Derecha	311903	8711192	1705	Municipalidad de Arahua	Licahuasi	Arahua	Canta	Nuevo
RSDar-2	(01) Botadero de Residuos Sólidos Domésticos en la localidad de Licahuasi	1	Quebrada s/n	Derecha / izquierda	312364	8711197	1798	Municipalidad de Arahua	Licahuasi	Arahua	Canta	Nuevo

RSDar-3	(03) Botadero de Residuos Sólidos Doméstic os en la localidad de Collo	1.5	Quebrad a s/n	Derecha	31360 4	871299 3	192 8	Municipalida d de Arahua	Collo	Arahua	Canta	Nuevo
RSDar-4	(01) Botadero de Residuos Sólidos Doméstic os en la localidad de Collo	9	Quebrad a s/n	Derecha	31502 5	871389 1	210 7	Municipalida d de Arahua	Collo	Arahua	Canta	Nuevo
RSDar-5	(01) Botadero de Residuos Sólidos Doméstic os en la localidad de Arahua	1	Río Chiquito	Derecha	31770 5	871464 6	242 3	Municipalida d de Arahua	Arahua	Arahua	Canta	Nuevo
RSDsb-1	(01) Botadero de Residuos Sólidos Doméstic	1	Quebrad a s/n	Derecha	31713 3	872747 5	237 3	Municipalida d de San Buenaventura	San Jose	San Buenaventur a	Canta	Nuevo

	os en la localidad de C.P de San José											
RSDsb-2	(01) Botadero de Residuos Sólidos Doméstic os en la localidad de C.P de San Jose	3	Quebrad a s/n	Izquierd a	31721 3	872753 4	235 1	Municipalida d de San Buenaventura	San Jose	San Buenaventur a	Canta	Nuevo
RSDHua- 1	(01) Botadero de Residuos Sólidos Doméstic os en Huamanta nga	1	Quebrad a s/n	Cauce	30958 2	872797	335 2	Municipalida d de Huamantanga	Huamantang a	Huamantang a	Canta	Nuevo
RSDsrq- 1	(01) Botadero de Residuos Sólidos Doméstic os en Santa Rosa de Quives	0.5	Río Arahuay	Izquierd a	30497 4	870977 1	123 1	Municipalida d de Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo

RSDcar-1	(01) Botadero de Residuos Sólidos Domésticos en el poblado de Chocas	2	Río Chillón	Izquierda	284353	8698511	499	Municipalidad de Carabaylo	Chocas	Carabaylo	Canta	Nuevo
RSDcar-2	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos ubicado a la margen derecha del río Chillón	1	Río Chillón	Derecha	281281	8691750	331	Municipalidad de Carabaylo	-	Carabaylo	Lima	Nuevo
RSDcar-3	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos ubicado a la margen derecha del río Chillón (3 puntos cercanos)	2	Río Chillón	Izquierda	279781	8688817	254	Municipalidad de Carabaylo	-	Carabaylo	Lima	Nuevo

RSDco-1	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	0.5	Río Chillón	Izquierda	275200	8683515	142	Municipalidad de Comas	-	Comas	Lima	Nuevo
RSDpp-1	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	0.5	Río Chillón	Derecha	274956	8683089	136	Municipalidad de Puente Piedra	-	Puente Piedra	Lima	Nuevo
RSDco-2	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	1	Río Chillón	Izquierda	274720	8682731	127	Municipalidad de Comas	-	Comas	Lima	Nuevo
RSDpp-2	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	1	Río Chillón	Derecha	274111	868164	112	Municipalidad de Puente Piedra	-	Puente Piedra	Lima	Nuevo
RSDlo1	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	0.5	Río Chillón	Izquierda	273827	8681048	104	Municipalidad de Los Olivos	Prolima	Los Olivos	Lima	Informe técnico anterior Brsi-1
RSDlo-2	Botadero de Residuos Sólidos	0.5	Río Chillón	Izquierda	273778	8680668	100	Municipalidad de Los Olivos	-	Los Olivos	Lima	Nuevo

	Domésticos											
RSDpp-3	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	1	Río Chillón	Derecha	273289	8679994	89	Municipalidad de Puente Piedra	-	Puente Piedra	Lima	Nuevo
RSDlo-3	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	0.5	Río Chillón	Izquierda	273161	8679678	87	Municipalidad de Los Olivos	-	Los Olivos	Lima	Nuevo
RSDpp-4	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	0.5	Río Chillón	Izquierda	272283	8678758	73	Municipalidad de Puente Piedra	-	Puente Piedra	Lima	Nuevo
RSDSMP-1	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	1	Río Chillón	Izquierda	271940	8678351	68	Municipalidad de San Martín de Porres	-	San Martín de Porres	Lima	Nuevo
RSDSMP-2	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	2	Río Chillón	Izquierda	271877	8678182	66	Municipalidad de Ventanilla	-	San Martín de Porres	Lima	Nuevo

RSDVe-1	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	40	Río Chillón	Izquierda	271450	8678115	57	Municipalidad de Ventanilla	-	Ventanilla	Callao	Nuevo
RSDVe-2	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	0.5	Río Chillón	Derecha	269305	8678705	45	Municipalidad de Ventanilla	-	Ventanilla	Callao	Nuevo
RSDVe-3	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	1	Río Chillón	Derecha	268683	8679091	31	Municipalidad de Ventanilla	-	Ventanilla	Callao	Nuevo
RSDVe-4	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	0.5	Río Chillón	Derecha	268468	8679309	28	Municipalidad de Ventanilla	-	Ventanilla	Callao	Nuevo
RSDVe-5	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	0.5	Río Chillón	Derecha	268316	8679405	26	Municipalidad de Ventanilla	-	Ventanilla	Callao	Nuevo
RSDc-1	Botadero de Residuos Sólidos	2	Río Chillón	Izquierda	267876	8679448	13	Municipalidad del Callao	-	Callao	Callao	Informe técnico anterior Brsmdv-1

	Domésticos											
RSDve-6	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	1	Río Chillón	Derecha	267794	8679411	11	Municipalidad de Ventanilla	-	Ventanilla	Callao	Nuevo
RSDc-2	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	2	Río Chillón	Izquierda	267615	8679321	9	Municipalidad del Callao	-	Callao	Callao	Nuevo
RSDv.7	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	2	Río Chillón	Derecha	267544	8679338	8	Municipalidad de Ventanilla	-	Ventanilla	Callao	Informe Técnico anterior Brsisahmyvr-2
RSDc-3	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	1	Río Chillón	Izquierda	267362	8979277	6	Municipalidad del Callao	-	Callao	Callao	Informe Técnico anterior Brsisahmyvr-1
RSDve-8	Botadero de Residuos Sólidos Domésticos	1	Río Chillón	Derecha	267196	8679308	4	Municipalidad de Ventanilla	-	Ventanilla	Callao	Nuevo

Nota: Puntos donde se encuentran los botaderos de residuos sólidos domésticos dentro del ámbito de la cuenca del río Chillón.

ANEXO 6.

Tabla 17

Botaderos de residuos sólidos de construcción identificadas en la cuenca del río Chillón.

Código	Descripción	Volumen (metro cúbico)	Cuerpo receptor	Margen	Coordenadas UTM (WGS84)		Altitud (m.s.n.m)	Responsable	Localidad	Distrito	Provincia	Identificada en el Informe Técnico N°011-2012-ANA-DGCRH/MASS
					Este	Norte						
RSCcar-1	Botadero de residuos sólidos domésticos y de construcción, constituida a lo largo de las orillas del río Chillón, 200 m hacia arriba desde ese punto y 150 m hacia abajo desde este punto	2500	Río Chillón	Izquierda	278867	8687797	230	Municipalidad de Carabaylo	Chaperito	Carabaylo	Lima	Nuevo

RSCco-1	Botadero de residuos sólidos de la construcción	100	Río Chillón	Izquierda	275086	8683312	137	Municipalidad de Comas	-	Comas	Lima	Nuevo
RSCco-2	Botadero de residuos sólidos de la construcción	120	Río Chillón	Izquierda	274754	8682736	128	Municipalidad de Comas	-	Comas	Lima	Nuevo
RSCco-3	Botadero de residuos sólidos de la construcción en un tramo de 100 m en el sector los Alamos	500	Río Chillón	Izquierda	274628	8682655	127	Municipalidad de Comas	Los Álamos	Comas	Lima	Nuevo
RSCsm p-1	Botadero de residuos sólidos de la construcción en un tramo de 400 m desde la descarga de la	600	Río Chillón	Izquierda	270598	8678235	46	Municipalidad de San Martín de Porres	-	San Martín de Porres	Lima	Nuevo

PTAR
SEDAPAL

Nota: Puntos ubicados como botaderos de residuos sólidos de construcción dentro del ámbito de la Cuenca del río Chillón.

Anexo 7.
Tabla 18
Fuentes contaminantes indirecta por infiltración identificados en la cuenca del río Chillón.

Código	Descripción	Régimen	Estado de la PTAR	Cuerpo receptor cercano	Coordenadas UTM (WGS84)		Altitud (m.s.n.m)	Responsable	Localidad	Distrito	Provincia	Identificada en el Informe Técnico N°011-2012-ANA-DGCRH/M ASS
					Este	Norte						
FDar-1	Pozos de percolación de Aguas Residuales domésticas localidad de Collo	Continuo	Colapsado sus aguas residuales se infiltran en terreno	Quebrada s/n	3149 23	87134 87	2118	Municipalidad de Arahua	Collo	Arahua	Canta	Nuevo
FDar-2	Pozos de percolación de Aguas Residuales domésticas Localidad de Arahua	Continuo	Colapsado sus aguas residuales se infiltran en terreno	Río Arahua	3176 55	87148 43	2476	Municipalidad de Arahua	Arahua	Arahua	Canta	Nuevo
FDar-3	Pozos de percolación de Aguas Residuales domésticas	Continuo	Colapsado sus aguas residuales se infiltran en terreno	Río Chiquito	3177 38	87147 32	2510	Municipalidad de Arahua	Arahua	Arahua	Canta	Nuevo

Localidad de Arahuary												
FDLa-1	Pozos de percolación de Aguas Residuales domésticas Localidad de San Lorenzo	Continuo	Sus aguas de la PTAR se infiltran en terreno distante de una quebrada	Quebrada s/n	316528	8722447	3108	Municipalidad de Lachaqui	San Lorenzo	Lachaqui	Canta	Nuevo
FDca-1	Pozos de percolación de Aguas Residuales domésticas Localidad de Carhua	Continuo	Se encuentra en buen funcionamiento	Quebrada s/n	320506	8725882	3438	Municipalidad de Canta	Carhua	Canta	Canta	Nuevo
FDHu-1	Pozos de percolación de Aguas Residuales domésticas del centro poblado de Acochaca	Continuo	Pozos sépticos en buen estado	Río Chillón	324119	8735176	2847	Municipalidad de Huaros	Centro Poblado Acochaca	Huaros	Canta	Nuevo
FDHu-2	Pozos de percolación de Aguas Residuales domésticas del centro	Continuo	Poza de percolación en buen estado	Quebrada Shakura	328164	9738549	3573	Municipalidad de Huaros	Huaros	Huaros	Canta	Informe técnico anterior Vdcpa-1

	poblado de Huaros											
FDHu-3	Pozos de percolación de Aguas Residuales domésticas del centro poblado de Huaros	Continuo	Poza de percolación y poza de oxidación	Quebrada Shakura	327792	8738481	3548	Municipalidad de Huaros	Huaros	Huaros	Canta	Informe técnico anterior VDMDH-2
FDsb-1	Pozos de percolación del centro poblado San Miguel	Continuo	Buen estado de funcionamiento	Río Chillón	322962	8733418	2798	Municipalidad de San Buenaventura	Centro Poblado San Miguel	San Buenaventura	Canta	Informe técnico anterior VDMDH-1
FDsb-2	Laguna de Oxidación de San Buenaventura	Continuo	Las aguas residuales por rebose se infiltran en terreno	Quebrada s/n	318676	8729192	2693	Municipalidad de San Buenaventura	San Buenaventura	San Buenaventura	Canta	Nuevo
FDsb-3	Pozos de percolación del centro poblado San José	Continuo	Laguna de oxidación de tierra, sus aguas se infiltran en terrenos	Quebrada San José	317106	8727449	2311	Municipalidad de San Buenaventura	Centro Poblado San José	San Buenaventura	Canta	Informe técnico anterior VDmdsb-1

FDHua1	Laguna de Oxidación colapsada de Huamantanga	Continuo	Las aguas residuales por rebose se infiltran en terreno	Quebrada s/n	308911	8728345	3368	Municipalidad de Huamantanga	Huamantanga	Huamantanga	Canta	Nuevo
FDHua2	Laguna de Oxidación colapsada de Huamantanga	Continuo	Las aguas residuales por rebose se infiltran en terreno	Quebrada s/n	309343	8727683	3347	Municipalidad de Huamantanga	Huamantanga	Huamantanga	Canta	Nuevo
FDsrq-1	1 laguna de Oxidación colapsada de PTAR	Continuo	Las aguas residuales por rebose se infiltran en terreno	Río Chillón	310166	8719373	1542	Municipalidad de Santa Rosa de Quives	Yaso	Santa Rosa de Quives	Canta	Informe técnico anterior VDIYas-1
FDsrq-2	Aguas residuales domésticas de la PTAR Santa Rosa de Quives	Continuo	Las aguas residuales por rebose se infiltran en terreno	Río Chillón	304273	8709600	1137	Municipalidad de Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo
FDsrq-3	Aguas Residuales domésticas de la PTAR Alcacoto Bajo	Continuo	Las aguas residuales por rebose se infiltran en terreno	Río Chillón	296582	8706480	863	Municipalidad de Santa Rosa de Quives	Alcacoto	Santa Rosa de Quives	Canta	Nuevo

Nota: Puntos de monitoreo ubicados donde se encuentran la infiltración dentro del ámbito de la cuenca del río Chillón.

ANEXO 8.

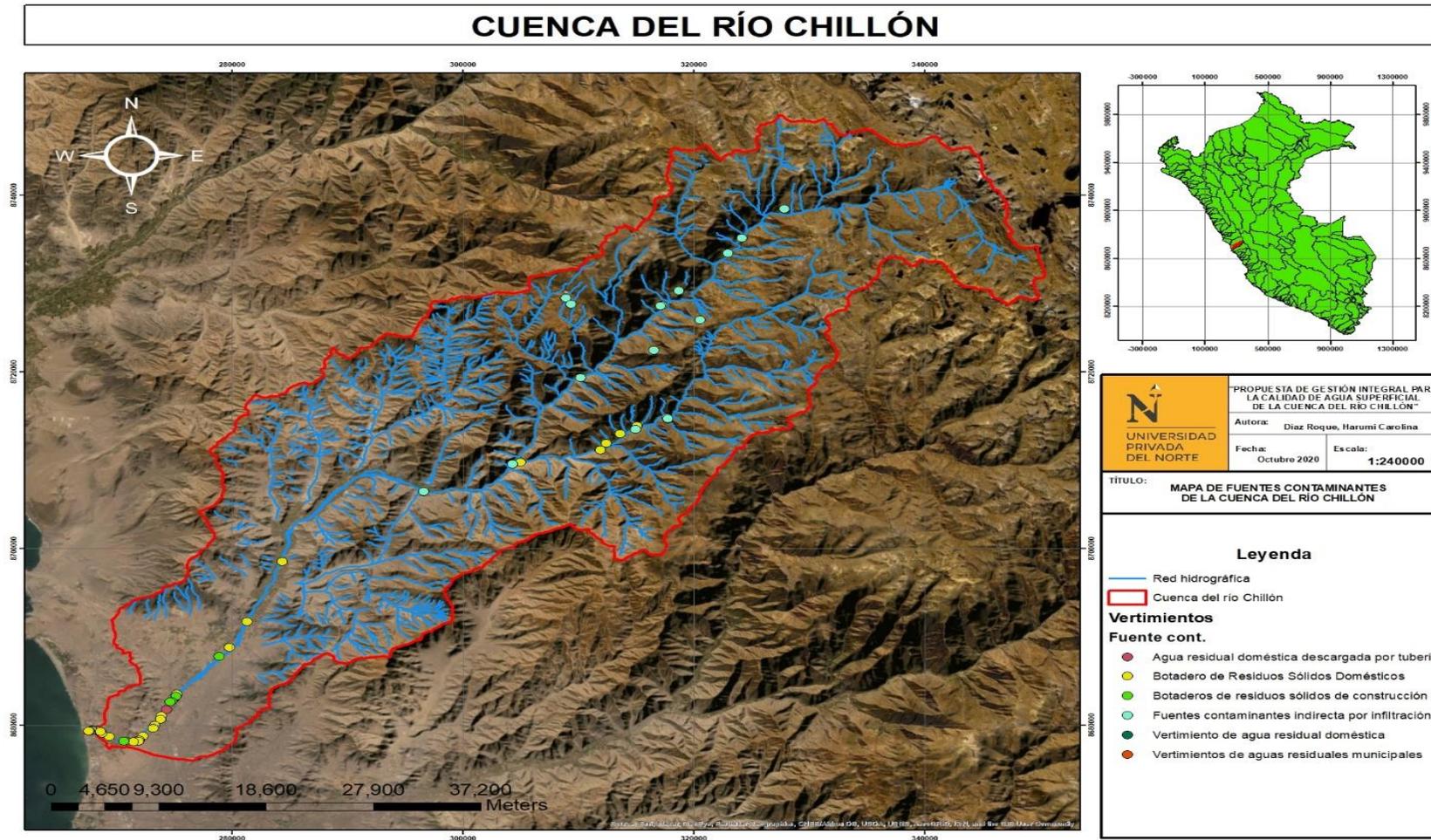


Figura 16 Mapa de fuentes contaminantes de la cuenca del río Chillón

ANEXO 9.

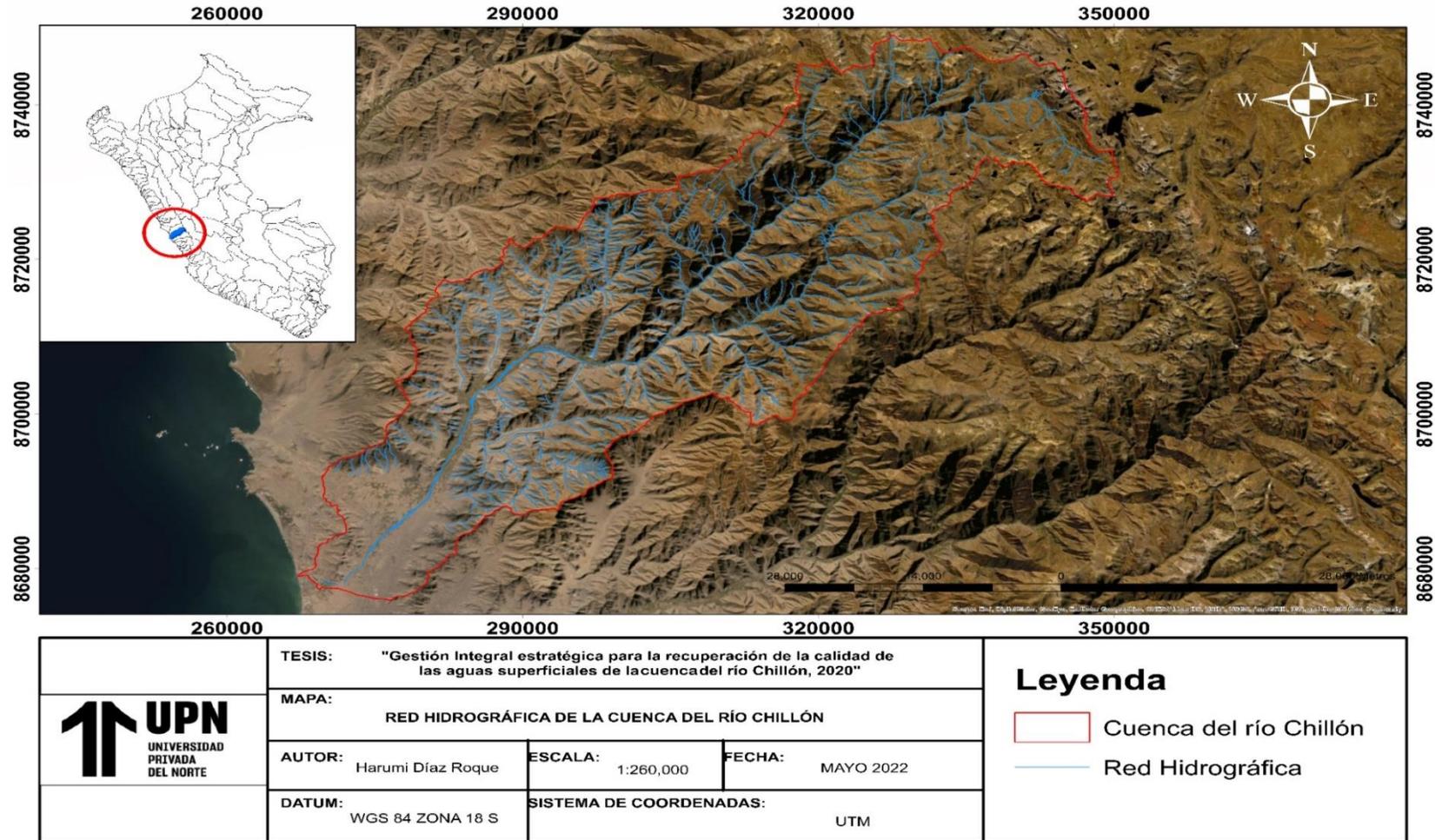


Figura 17 Mapa de Red Hidrográfica de la cuenca del río Chillón.

ANEXO 10.

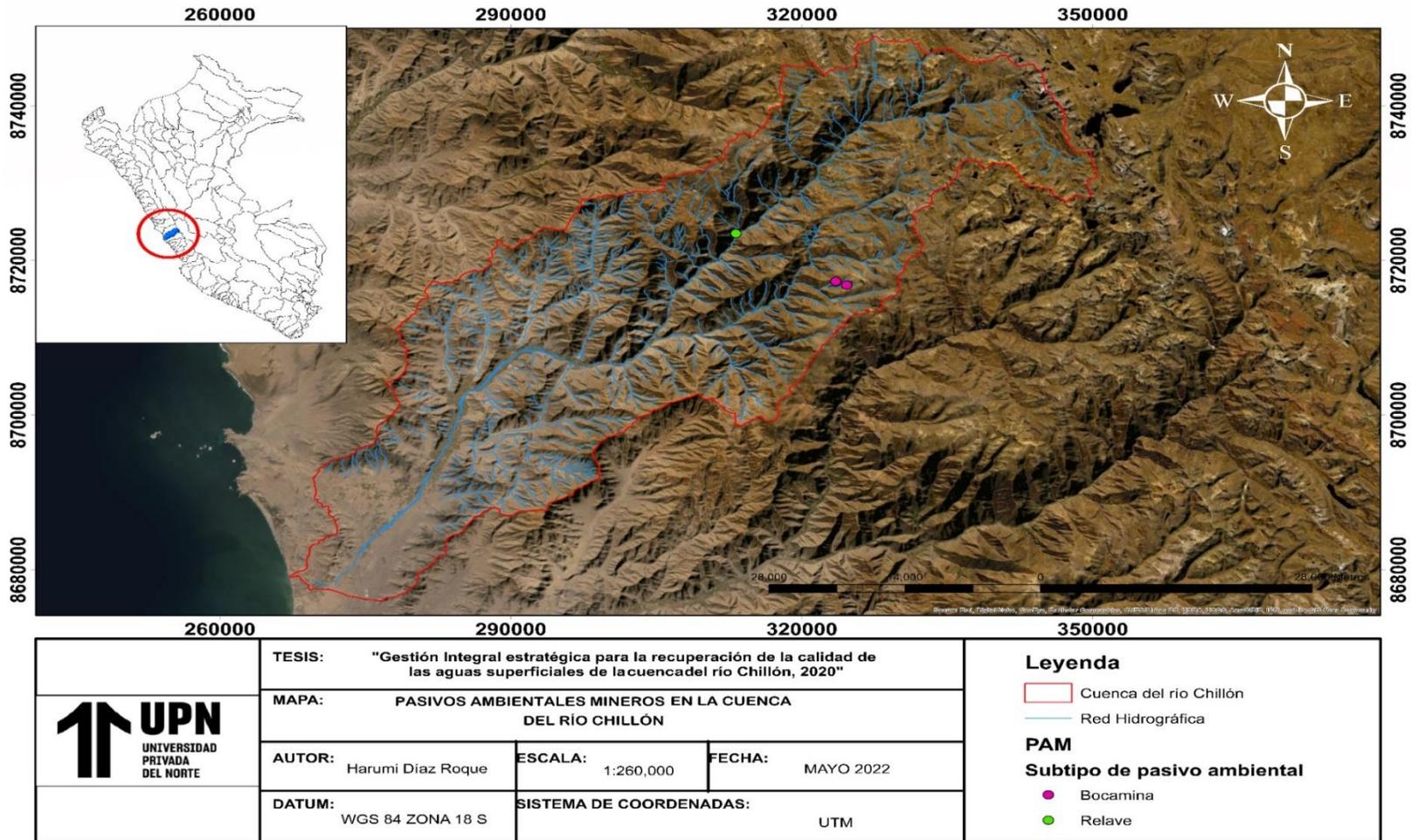


Figura 18 Mapa de Pasivos Ambientales Mineros de la cuenca del río Chillón

ANEXO 11



Figura 19 Situación Actual de la Cuenca del Chillón en zona Chaperito – Carabaylo

ANEXO 12



Figura 20 Situación Actual de la Cuenca del Chillón en zona Tambo Río– Comas.

ANEXO 13.



Figura 21 Situación Actual de la Cuenca del Chillón en zona Puente FOVIMAR– Los Olivos- 2022.

ANEXO 14.



Figura 22 Situación Actual de la Cuenca del Chillón en zona Puente El Sol– San Martín de Porres. 2022

ANEXO 15.

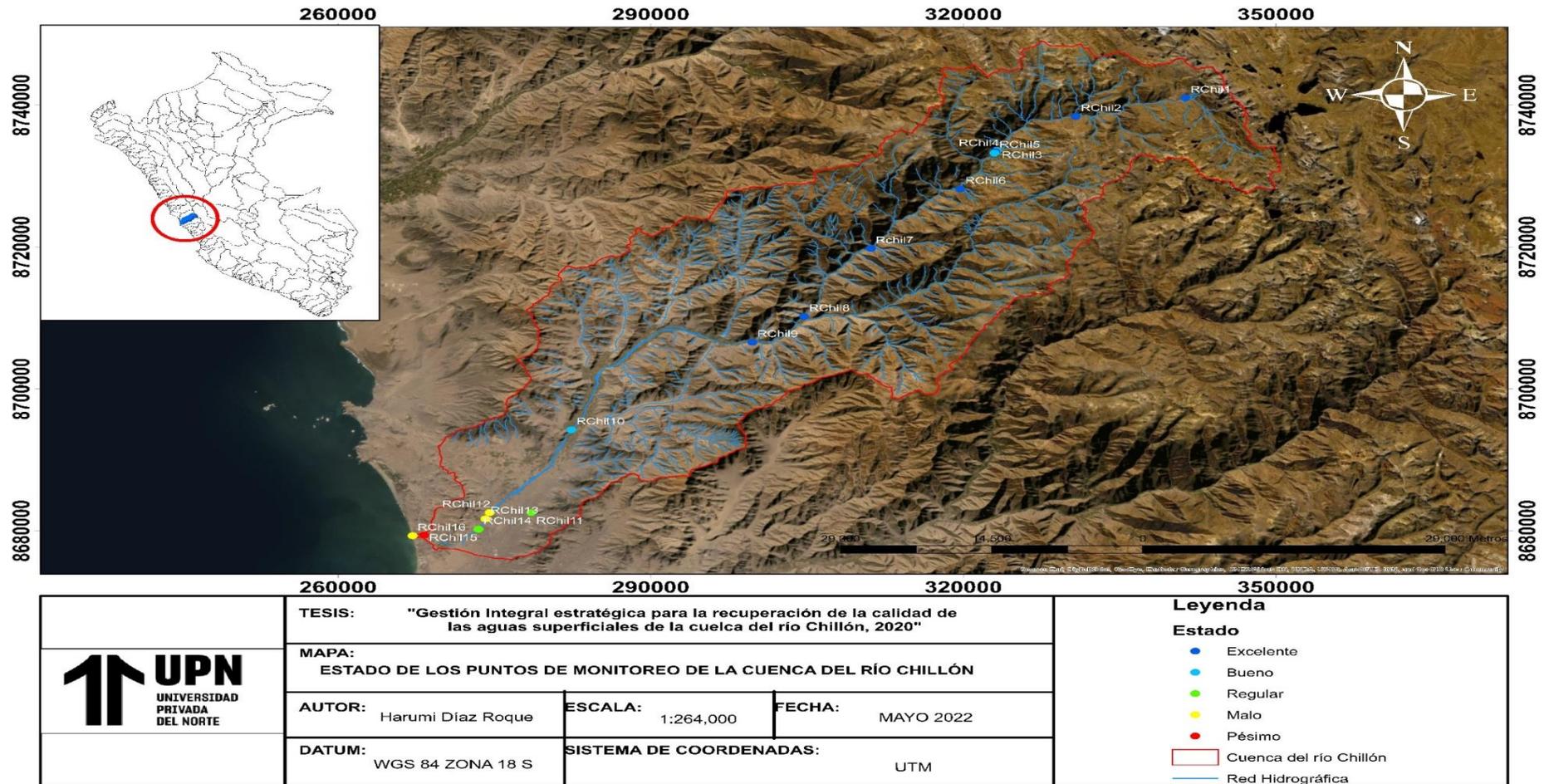


Figura 23 Calidad de agua de los puntos de monitoreo según el resultado del ICA.

ANEXO 16.

FORMATO N°02: Cálculo del Índice de Calidad del Agua ICA-PE																			
Caso I: Año Hidrológico (2012 - 2015)																			
PUNTOS DE MONITOREO				(01) RChil1				(02) RChil2				(03) RChil3				(04) RChil4			
Parámetros a Evaluar			ECA	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP
			Cat.1-A2	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015
PARAMETROS FISICOS-QUIMICOS	pH	-	5.5 9	8.29	8.29	8.6	8.4	8.18	8.27	8.4	8.45	8.31	8.04	8.3	8.11	8.24	8.120	7.68	8.3
	Oxígeno Disuelto	mg/L	>=5	7.25	4.63	-	-	7.2	4.42	7.26	-	7.6	5.600	7.62	-	7.52	5.4	7.44	-
	Demanda Bioq Oxig(DBO)	mg/L	5	<6	<1	<2	ND(<3)												
PARAMETROS INORGANICOS	Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.004	0.028	<0.001	ND(<0.007)	0.004	0.0047	<0.001	ND(<0.007)	0.004	0.0038	0.00191	ND(<0.007)	0.004	0.0038	<0.001	ND(<0.007)
	Cadmio (Cd)	mg/L	0.005	<0.0006	<0.00018	<0.0004	ND(<0.001)												
	Cobre(Cu)	mg/L	2	<0.003	0.00035	<0.0004	ND(<0.002)	<0.003	0.00162	<0.0004	ND(<0.002)	<0.003	0.00078	<0.0004	ND(<0.002)	<0.003	0.00158	<0.0004	ND(<0.002)
	Cromo (Cr)	mg/L	0.05	<0.005	0.00082	<0.0004	ND(<0.001)	<0.005	0.00089	<0.0004	ND(<0.001)	<0.005	0.00084	<0.0004	ND(<0.001)	<0.005	0.00086	<0.0004	ND(<0.001)
	Hierro (Fe)	mg/L	1	0.33	0.13507	0.1605	0.0982	0.622	0.26135	0.1376	0.136	0.536	0.12892	0.1396	0.220	0.543	0.15170	0.1325	0.108
	Manganeso (Mn)	mg/L	0.4	0.0216	0.0188	0.00187	0.014	0.0354	0.0421	0.0251	0.015	0.0355	0.01480	0.015	0.022	0.0332	0.0178	0.0129	0.018
	Mercurio (Hg)	mg/L	0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	ND(<0.0004)												
	Plomo (Pb)	mg/L	0.05	0.0036	<0.0007	0.004	ND(<0.001)	0.0033	0.00015	<0.0004	ND(<0.001)	<0.001	<0.0007	<0.0004	ND(<0.001)	0.0022	0.00012	<0.0004	ND(<0.001)
	Zinc (Zn)	mg/L	5	0.008	0.005	0.0055	0.008	0.006	0.441	0.0073	0.012	<0.033	0.010	0.0209	0.013	0.005	0.020	0.0273	0.011
MICROBIOLOGICOS	Colif Termotolerantes	NMP/ 100mL	2000	13	4.5	17	6.8	230	33	-	490	330	79	490	23000	490	49	790	490
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen			1				1				1				0			
	Número Total de parámetros a Evaluar			13				13				13				13			
	Número de datos que NO cumplen el ECA			1				1				1				0			
	Número Total de Datos			52				52				52				52			
CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA-PE F1, F2, F3	F1			7.69				7.69				7.69				0.00			
	F2			1.92				1.92				1.92				0.00			
	pH	-																	
	Oxígeno Disuelto	mg/L		0.08				0.13											
	Demanda Bioq Oxig(DBO)	mg/L																	
	Arsénico (As)	mg/L																	
	Cadmio (Cd)	mg/L																	
	Cobre(Cu)	mg/L																	
	Cromo (Cr)	mg/L																	
	Hierro (Fe)	mg/L																	
Manganeso (Mn)	mg/L																		
Mercurio (Hg)	mg/L																		
Plomo (Pb)	mg/L																		
Zinc (Zn)	mg/L																		
Colif Termobl	NMP/ 100mL													10.50					
Sumatoria de los excedentes			0.00				0.00				0.20				0.00				
F3			0.15				0.25				16.80				0.00				
ICA- PE			95				95				89				100				
			EXCELENTE				EXCELENTE				BUENO				EXCELENTE				

Figura 24 Cálculo del Índice de Calidad de Agua Cat – 1 A2.

ANEXO 17.

FORMATO N°02: Cálculo del Índice de Calidad del Agua ICA-PE																												
Cálculo del Índice de Calidad del Agua de la UH: Chillón																												
PUNTOS DE MONITOREO				(05) RChil5				(06) RChil6				(07) RChil7				(08) RChil8				(09) RChil9				(10) RChil10				
Parámetros a Evaluar			ECA	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	
			Cat.1-A2	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015	Abr 2012	Jun 2013	Oct 2014	Nov 2015	
PARAMETROS FISICOS-QUIMICOS	pH	-	5.5	8.21	8.9	7.59	8.20	8.28	8.55	7.66	8.68	8.26	8.48	8.48	8.32	8.31	8.51	7.74	8.38	8.28	8.74	7.66	8.42	8.41	8.59	8.76	8.02	
	Oxígeno Disuelto	mg/L	>=5	7.68	5.36	7.57	-	8.13	5.45	7.90	-	8.15	5.25	9.22	-	8.27	6.4	10.14	-	7.91	6.35	9.5	-	8.38	9.04	9.6	-	
	Demanda Bioq Oxig(DBO)	mg/L	5	<6	<1	<2	ND(<3)	<6	<1	<2	ND(<3)	<6	<1	<2	ND(<3)	<6	<1	<2	ND(<3)	<6	<1	<2	ND(<3)	<6	<1	<2	ND(<3)	
	Arsénico (As)	mg/L	0.01	0.004	0.0039	<0.001	ND(<0.007)	0.004	0.0034	<0.001	ND(<0.007)	<0.003	0.0035	<0.001	ND(<0.007)	0.004	0.0053	<0.001	ND(<0.007)	0.003	0.035	<0.001	ND(<0.007)	0.011	0.0061	0.00234	ND(<0.007)	
PARAMETROS INORGANICOS	Cadmio (Cd)	mg/L	0.005	<0.0006	<0.00018	<0.0004	ND(<0.001)	<0.0006	<0.00018	<0.0004	ND(<0.001)	<0.0006	<0.00018	<0.0004	ND(<0.001)	<0.0006	<0.00018	<0.0004	ND(<0.001)	<0.0006	<0.00018	<0.0004	ND(<0.001)	0.0004	0.00019	<0.0004	ND(<0.001)	
	Cobre(Cu)	mg/L	2	<0.003	0.00094	<0.0004	0.003	<0.003	0.00094	<0.0004	ND(<0.002)	<0.003	0.00121	0.0011	ND(<0.002)	<0.003	0.00311	0.0009	ND(<0.002)	<0.003	0.00120	0.0011	0.004	0.016	0.00572	0.0039	ND(<0.002)	
	Cromo (Cr)	mg/L	0.05	<0.005	0.00083	<0.0004	ND(<0.001)	<0.005	0.00087	<0.0004	ND(<0.001)	<0.005	0.00093	<0.0004	0.004	<0.005	0.00122	<0.0004	ND(<0.001)	<0.005	0.00075	<0.0004	0.0030	<0.002	0.00160	<0.0004	ND(<0.001)	
	Hierro (Fe)	mg/L	1	1.065	0.09935	0.0965	0.128	0.931	0.13850	0.0787	0.082	0.96	0.26079	0.1128	0.0971	1.121	1.6360	0.131	0.084	1.65	0.29712	0.1310	0.1070	6.319	1.766	1.2013	0.049	
	Manganeso (Mn)	mg/L	0.4	0.0499	0.0123	0.0112	0.021	0.0505	0.009	0.0079	0.012	0.0365	0.0126	0.006	0.010	0.0449	0.0789	0.024	0.014	0.0601	0.0161	0.0095	0.012	0.169	0.0522	0.049	0.021	
	Mercurio (Hg)	mg/L	0.002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	ND(<0.00001)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	ND(<0.00001)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	ND(<0.00001)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	ND(<0.00001)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.0001	ND(<0.00001)	
	Plomo (Pb)	mg/L	0.05	<0.001	0.00012	<0.0004	ND(<0.001)	<0.001	0.00013	<0.0004	ND(<0.001)	0.0017	0.00035	<0.0004	ND(<0.001)	0.0026	0.00240	<0.0004	ND(<0.001)	0.001	0.00041	<0.0004	ND(<0.001)	0.0065	0.00274	0.0032	ND(<0.001)	
	Zinc (Zn)	mg/L	5	0.005	0.014	0.0151	0.020	0.004	0.009	<0.003	0.009	0.071	0.024	<0.003	0.021	0.003	0.013	0.0162	0.020	0.004	0.008	<0.003	0.023	0.054	0.024	0.0122	0.015	
MICROBIOLÓGICOS	Colif Termobl	NMP/ 100mL	2000	1700	2300	13000	330	1300	230	490	700	1300	130	2200	490	1300	490	1300	330	460	230	1700	23	3500	4900	13000	23	
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen			2				0				1				1				1				2				
	Número Total de parámetros a Evaluar			13				13				13				13				13				13				
	Número de datos que NO cumplen el ECA			3				0				1				2				1				6				
	Número Total de Datos			52				52				52				52				52				52				
CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA-PE F1, F2, F3	F1			15.38				0.00				7.69				7.69				7.69				15.38				
	F2			5.77				0.00				1.92				3.85				1.92				11.54				
	pH	-																										
	Oxígeno Disuelto	mg/L																										
	Demanda Bioq Oxig(DBO)	mg/L																										
	Arsénico (As)	mg/L																										
	Cadmio (Cd)	mg/L																										
	Cobre(Cu)	mg/L																										
	Cromo (Cr)	mg/L																										
	Hierro (Fe)	mg/L		0.06													0.12	0.64			0.65				5.32	0.77	0.20	
Manganeso (Mn)	mg/L																											
Mercurio (Hg)	mg/L																											
Plomo (Pb)	mg/L																											
Zinc (Zn)	mg/L																											
Colif Termobl	NMP/ 100mL			0.15	5.50								0.10											0.75	1.45	5.50		
Sumatoria de los excedentes			0.11				0.00				0.00				0.01				0.01				0.27					
F3			9.90				0.00				0.19				1.43				1.23				21.20					
ICA- PE			89				100				95				95				95				83					
			BUENO				EXCELENTE				EXCELENTE				EXCELENTE				EXCELENTE				BUENO					

Figura 25 Cálculo del Índice de Calidad de Agua Cat – 1 A2. Continuación

ANEXO 18.

FORMATO N°02: Cálculo del Índice de Calidad del Agua ICA-PE																											
Caso I: Año Hidrológico (2012 - 2015)																											
PUNTOS DE MONITOREO		MP	(1) RChil11				(2) RChil12				(3) RChil13				(4) RChil14				(5) RChil15				(6) RChil16				
Parámetros a Evaluar		ECA Cat.3-D1	1° MP Abr 2012	2° MP Jun 2013	3° MP Oct 2014	1° MP Abr 2012	2° MP Jun 2013	3° MP Oct 2014	4° MP Nov 2015	1° MP Abr 2013	2° MP Jun 2013	3° MP Oct 2014	4° MP Nov 2015	1° MP Abr 2014	2° MP Jun 2013	3° MP Oct 2014	4° MP Nov 2015	1° MP Abr 2015	2° MP Jun 2013	3° MP Oct 2014	4° MP Nov 2015	1° MP Abr 2016	2° MP Jun 2013	3° MP Oct 2014	4° MP Nov 2015		
PARAMETROS FISICOS-QUIMICOS	pH	-	6.5	8.4	8.45	8.48	8.3	2.31	7.92	8.24	7.9	8.3	8.07	8.1	7.42	8.32	8.06	8.22	7.52	7.98	6.48	7.58	7.94	8.01	7.78	7.52	7.78
	Conductividad (Cond.)	µS/cm	2000	239	926.4	561	416	1013	952	374	416	1022	970.3	384	437	1032	887.7	384	536	1401	2313	431	530	1803	2285	432	
	Cloruros	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	>=4	8.08	8	10.92	7.77	6.6	9.96	-	8.29	7.37	9.85	-	8.13	7.78	11.77	-	8.58	3.75	1.5	-	6.68	1.8	0.4	-	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	<2	2	<2	<2	14	<2	10	<2	15	<2	6	<2	27	<2	16	<2	21	149.23	298	<2	57	106.12	290	
PARAMETROS INORGANICOS	Aluminio (Al)	mg/L	5	5.39	5.3621	0.308	4.8	5.0711	0.3352	0.0951	4.95	4.4652	0.2958	0.181	3.26	3.0826	0.5454	0.164	3.97	0.9670	1.4155	0.775	3.53	0.7565	0.6042	0.66	
	Arsénico (As)	mg/L	0.1	0.01	0.0111	0.0034	0.01	0.0168	0.0071	ND(<0.007)	0.009	0.0156	0.0067	ND(<0.007)	0.007	0.0126	0.0048	ND(<0.007)	0.01	0.0083	0.0044	ND(<0.007)	0.009	0.0066	0.0026	ND(<0.007)	
	Boro (B)	mg/L	0.5	0.14	0.3821	0.3304	0.15	0.3828	0.3891	0.414	0.16	0.4262	0.3947	0.415	0.16	0.4044	0.3891	0.424	0.16	0.4881	0.5012	0.404	0.16	0.5035	0.5116	0.385	
	Cadmio (Cd)	mg/L	0.01	0.0003	0.00099	<0.0004	0.0006	0.00134	<0.0004	ND(<0.001)	0.0003	0.00123	0.0046	ND(<0.001)	0.0002	0.00083	<0.0004	ND(<0.001)	0.0003	0.00065	0.0006	0.001	0.0003	0.00056	0.0026	0.002	
	Cobre (Cu)	mg/L	0.2	0.014	0.1806	0.0063	0.017	0.7871	0.0074	0.005	0.018	0.15798	0.011	0.015	0.016	0.06103	0.0055	0.014	0.036	0.21256	0.5398	0.258	0.038	0.2594	0.2563	0.243	
	Hierro (Fe)	mg/L	1	6.831	6.3760	0.2966	6.131	7.175	0.5824	0.282	6.429	6.2443	0.4764	0.258	4.455	4.35	0.5658	0.213	4.779	1.55615	1.553	1.634	4.427	1.24752	0.851	1.538	
	Manganeso (Mn)	mg/L	0.2	0.175	0.2207	0.0164	0.1777	0.3486	0.1143	0.104	0.1569	0.3315	0.1265	0.13	0.1117	0.2365	0.1036	0.144	0.1528	0.1774	0.23	0.126	0.145	0.1607	0.2078	0.135	
	Mercurio (Hg)	mg/L	0.001	<0.0006	<0.0001	<0.0001	<0.0004	<0.0001	ND(<0.0001)	<0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	ND(<0.0001)	<0.0004	<0.0001	<0.0001	ND(<0.0001)	<0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0004	<0.0001	<0.0001	ND(<0.0001)	
	Plomo (Pb)	mg/L	0.05	0.0091	0.03489	0.004	0.0164	0.14653	0.0058	ND(<0.001)	0.0091	0.10984	0.006	ND(<0.001)	0.0091	0.07407	0.0023	ND(<0.001)	0.0178	0.09678	0.1181	0.042	0.0165	0.09562	0.0439	0.038	
	Zinc (Zn)	mg/L	2	0.069	0.091	0.015	0.076	0.125	0.0206	0.037	0.077	0.245	0.036	0.069	0.074	0.185	0.0244	0.063	0.075	0.152	0.3043	0.404	0.085	0.135	0.1992	0.446	
MICROBIOLOGICOS	Coliformes Termobacterantes	NMP/100mL	1000	5400	23000	1100	16000	790000	49000	110000	16000	330000	33000	1100000	15000	230000	130000	70000	16000	2300000	79000000	33000000	16000	1300000	49000000	33000000	
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen		4				6				4				5				10				9				
	Número Total de parámetros a Evaluar		16				16				16				16				16				16				
	Número de datos que NO cumplen el ECA		10				10				8				10				22				20				
Número Total de Datos			48				64				64				64				64				64				
CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ICA-PE F1, F2, F3	F1		25				37.5				25				31.25				62.5				56.25				
	F2		20.83				15.63				12.50				15.63				34.38				31.25				
	pH	-	0.006	0.010		1.81														0.00							
	Conductividad (Cond.)	µS/cm																			0.16					0.14	
	Cloruros	mg/L																			0.07	1.67		1.22	9.00		
	Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L																			0.40	8.95	18.87	2.80	6.07	18.33	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L																			0.06	1.70	0.29	0.30	0.26	0.22	
	Aluminio (Al)	mg/L		0.08	0.07			0.01																			
	Arsénico (As)	mg/L																									
	Boro (B)	mg/L																						0.01	0.02		
	Cadmio (Cd)	mg/L																									
	Cobre (Cu)	mg/L																									
	Hierro (Fe)	mg/L		5.83	5.38		5.13	6.18			5.43	5.24			3.46	3.35			3.78	0.56	0.55	0.63	3.43	0.25	0.26	0.54	
	Manganeso (Mn)	mg/L			0.10			0.74				0.66				0.18						0.15				0.04	
	Mercurio (Hg)	mg/L																									
Plomo (Pb)	mg/L						1.93																	0.91			
Zinc (Zn)	mg/L																										
Coliformes Termobacterantes	mg/L		4.40	22.00	0.10	15.00	789.00	48.00	109.00	15.00	329.00	32.00	1099.00	14.00	229.00	129.00	69.00	15	2299	78999	32999	15	1299	48999	32999		
Sumatoria de los excedentes			0.79				15.26				23.24				7.02				1786.75				1302.43				
F3			44.17				93.85				95.88				87.53				99.94				99.92				
ICA- PE			68				41				42				46				29				31				
			REGULAR				MALO				MALO				REGULAR				PÉSIMO				MALO				

Figura 26 Cálculo del Índice de Calidad de Agua Cat – 3